



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

USO Y APLICACIONES DE LAS ETIQUETAS RFID

Diego Ciáurriz Martín

Tutores: Fermín Mallor Giménez

Francisco Ballestín González

Pamplona, Junio 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

USO Y APLICACIONES DE LAS ETIQUETAS RFID

MEMORIA

Diego Ciáurriz Martín

Tutores: Fermín Mallor Giménez

Francisco Ballestín González

Pamplona, Junio 2010

USO Y APLICACIONES DE LAS ETIQUETAS RFID

Diego Ciáurriz Martín

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de
Telecomunicación**

Pamplona, Junio 2010

El objeto de este proyecto fin de carrera es el estudio y análisis de una tecnología emergente en el mercado como es el RFID (radio frequency identification). El RFID es un dispositivo cuyo funcionamiento está basado en la radiofrecuencia y que permite la identificación de cada artículo en particular, así como obtener una serie de datos del producto en cuestión. Mediante este proyecto se contemplará el desarrollo actual de esta tecnología, mediante un análisis de su funcionamiento, aplicaciones y posterior estudio de implantación en una empresa. El enfoque del proyecto se centrará en un seguimiento de la trazabilidad de la industria y los beneficios que podría suponer el RFID en la cadena de trazabilidad.

Destacar y agradecer la atención y completa disposición de mis tutores Fermín Mallor y Francisco Ballestín (Departamento de Estadística e Investigación Operativa), quienes me han supervisado y guiado en la elaboración de este documento. Por último, agradecer también la atención prestada por la empresa Avícola Navarra, en concreto a Javier Peña, quien me ha facilitado enormemente las cosas a la hora de visitar la fábrica y explicarme detalladamente todo lo referente a los procesos de producción y trazabilidad.

Índice

I -. LA TECNOLOGÍA RFID

1.-Introducción al RFID	5
1.1.- Orígenes	5
1.2.-El RFID frente al Código de barras	7
1.3.-Principios físicos de la radiofrecuencia	11
1.4.-Problemática de la privacidad del RFID	17
2.-Arquitectura de un sistema RFID	19
2.1.-Componentes	19
2.2.- Etiqueta RFID, transpondedor o Tag	21
2.3.-Lector de RFID o Transceptor	29
2.4.- Middleware	31
3.- Regulación y estandarización RFID	34
3.1.-El código EPC	34
3.2.-EPCglobal Network	36
3.3.-GS1. Estándares y normalización	38
3.4.-Normas ETSI	41
3.5.-Normas ISO	43
3.6.-Normas EPC	45
4.- Valoración de la implantación de un sistema RFID	46
4.1.- Dispositivos del sistema	47
4.2.- Los beneficios	54

II-.CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN DEL RFID

5.- Estudio RFID en los principales sectores industriales	56
5.1.-Introducción	56
5.2.-Casos de éxito prácticos en el sector agroindustrial	57
5.3.- Otros sectores industriales	69

III.-EL RFID EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA. CASO PRÁCTICO AVÍCOLA NAVARRA

6.- Trazabilidad en la industria agroalimentaria	84
6.1.- Definición de trazabilidad	84
6.2.- Legislación	86
6.3.- Sistemas de trazabilidad en el sector agroindustrial	91
6.4.- Ventajas de las herramientas de trazabilidad	95
6.5.- El RFID como sistema de trazabilidad en el sector agroindustrial	97
7.- La empresa Avícola Navarra	100
7.1.-Descripción de la empresa Avícola Navarra	100
7.2.- Layout de la planta	102
7.3.- Procesos productivos	103
7.4.- Soluciones de trazabilidad existentes	105
8.- Adecuación del RFID a la empresa Avícola Navarra	121
8.1.- El RFID en la actualidad	121
8.2.- Frecuencia de trabajo	124
8.3.- Dispositivos para la utilización del RFID como sistema de trazabilidad	125
8.4.- Análisis de beneficios y costes de la implantación de un sistema RFID en la empresa Avícola Navarra	130
8.5.- Ubicación de la etiqueta	153
8.6.- Comparativa Código de barras y RFID en Avícola Navarra	155
9.- Conclusiones	157
10.- Bibliografía	159

I -. LA TECNOLOGÍA RFID

1.- Introducción al RFID

1.1.- Orígenes

El RFID se corresponde con las siglas de Radio Frequency Identification, y consiste en un sistema de almacenamiento, identificación y recuperación de datos remoto. Su propósito consiste en transmitir la identidad de un objeto mediante la emisión de ondas de radio. La tecnología RFID se agrupa dentro de las tecnologías de autoidentificación, Auto ID (automatic identification).

El conocimiento de la tecnología RFID no es nuevo. La identificación por radio frecuencia tiene sus orígenes en la Segunda Guerra Mundial. En aquella época, tanto alemanes, japoneses, americanos y británicos usaban radares (descubierto en 1935 por el científico Sir Robert Alexander Watson-Watt) para advertir la aproximación de aviones; sin embargo, el problema residía en que era imposible saber si los aviones que se acercaban eran del propio país, o del enemigo. Bajo la supervisión de Watson-Watt, se llevó a cabo un proyecto secreto desarrollado por las fuerzas armadas Británicas y Norteamericanas, en el cual se diseñó un dispositivo electrónico denominado "transponder". Este dispositivo, instalado en todos los aviones de los países aliados, producía una respuesta cuando recibía una solicitud para identificarse desde tierra, por medio de una señal de Radio Frecuencia proveniente de un "radar", permitiendo con esto identificar las aeronaves amigas o enemigas y tomar las medidas que fueran pertinentes. El radar emite una señal en una determinada frecuencia y el "transponder", instalado dentro de la nave y utilizando esa misma frecuencia, envía de regreso información que puede ser descifrada por equipos en tierra permitiendo de esa manera identificar al avión. Dado que los aviones utilizaban energía eléctrica, los "transponders" se cargaban con la energía eléctrica en los aviones, lo que les permitía estar siempre alerta frente a cualquier estímulo proveniente de los radares. No obstante, eran equipos de capacidad limitada.

En la década de los 50, diferentes sectores de la tecnología RFID se vieron impulsados con estudios como los realizados por D.B.Harris "Sistema de Radio Transmisión con Respuesta Moduladora Pasiva", que fueron determinantes para que la tecnología RFID dejase de ser una idea y se convirtiese en una solución.

En la década de los 60 la actividad comercial comenzó a existir en este campo. El primer sistema que fue usado era el EAS "Electronic Article Surveillance" (Vigilancia Electrónica de Artículos) usado para detectar los robos en las tiendas. El sistema contaba con una etiqueta con un único bit de información, para detectar la etiqueta o no, y hacer sonar una alarma acústica en caso de que una etiqueta no desactivada pasase por el alcance del lector.

En los 70 se produjeron notables avances apareciendo las primeras patentes para dispositivos RFID. En 1973 Charles Walton realizó un sistema RFID pasivo, que abría las puertas sin necesidad de llaves. Una tarjeta comunicaba una señal al lector de la puerta, que cuando validaba la tarjeta desbloqueaba la cerradura. En esta década hubo un gran desarrollo técnico de los sistemas, sobre todo, enfocado a aplicaciones de seguimiento de ganado, vehículos y automatización industrial. La creación de nuevas empresas dedicadas a la tecnología RFID aumentaba continuamente, era un signo positivo del potencial que tenían los sistemas RFID.

A lo largo de la década de los 80, se implementaron los estudios desarrollados en años anteriores. En EEUU se interesaron por aplicaciones en el transporte. En países europeos como Francia, España, Portugal e Italia se utilizaron más en aplicaciones industriales y sistemas de corto alcance para controlar animales.

A principio de los 90 se inició el uso en EEUU del peaje con control electrónico en autopistas de Houston y Oklahoma, que incorporaban dispositivos RFID para gestionar el paso de los vehículos por los pasos de control.

1.2.- El RFID frente al código de barras

Radio frequency identification (RFID) es un término que se usa para describir (en forma de un único número de serie) la identidad de un objeto, animal o persona mediante el uso de ondas de radio.

El RFID es un tipo de dispositivo Auto ID (automatic identification), como también lo son los ya conocidos códigos de barras, o algunas tecnologías biométricas como los escáneres de retina. Estos dispositivos han sido usados a lo largo de la historia para reducir el tiempo utilizado en la identificación y gestión de artículos, además de reducir tiempos en introducir los datos manualmente.

Sin embargo, algunos ejemplos de dispositivos auto-ID como el código de barras, requieren que una persona realice manualmente el trabajo de reconocimiento del código para poder capturar los datos. Ante esta situación aparece el RFID, está diseñado para poder permitir que los lectores capturen los datos de las etiquetas RFID y transmitirlos a un sistema central operativo sin la necesidad de estar una persona involucrada en la tarea.

La tecnología RFID supera muchas de las limitaciones del código de barras, el cual es el sistema de identificación de objetos más utilizado hasta ahora. Las ventajas de las etiquetas electrónicas son las siguientes:

1. A diferencia del código de barras, las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que éste pueda leerlas. La lectura se puede hacer a una distancia de hasta 10 metros.
2. Mientras el código de barras identifica un tipo de producto, las etiquetas electrónicas identifican cada producto individual. Es decir, dos yogures iguales llevan ahora el mismo código de barras y por lo tanto, la misma identificación, pero si estuvieran equipados con etiquetas electrónicas se podrían identificar y gestionar de forma individual.



Figura 1.1. Código de barras y RFID

3. La tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas electrónicas simultáneamente. Los códigos de barras, por el contrario, tienen que ser leídos secuencialmente. Esta característica del sistema de auto-identificación por radiofrecuencia ofrece diversas ventajas como por ejemplo, la reducción del tiempo de espera en las colas de los supermercados.
4. Las etiquetas electrónicas pueden almacenar mucha más información sobre un producto que el código de barras, que solo puede contener un código y en algunos casos, un precio o cantidad.
5. Mientras que sobre el código de barras se puede escribir solo una vez, sobre las etiquetas electrónicas se puede escribir todas las veces que haga falta.
6. La tecnología RFID evita falsificaciones. Con una simple fotocopia se puede reproducir un código de barras. Las etiquetas electrónicas no se pueden copiar. Una etiqueta sobre un artículo de marca garantiza su autenticidad.
7. Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que una etiqueta electrónica es más resistente porque forma parte del producto, o se coloca bajo una superficie protectora y soporta mejor la humedad y la temperatura.

La tecnología RFID está siendo usada por muchas compañías de todo el mundo desde hace más de una década. Sin embargo, su incorporación a la industria está siendo lenta. Hasta hace unos años, el coste del RFID ha limitado mucho su uso. En algunos sectores como por ejemplo el sector del automóvil, donde se usan métodos de trabajo just in time, los costes del RFID podrían estar justificados por el ahorro que el sistema podría generar. Sin embargo, en otras industrias donde los bienes iban de una fábrica a otra a través de largas cadenas de suministros, y los RFID están puestos en productos que van sobre pallets y deben ser leídos por cada industria; los costes son un gran obstáculo. De hecho, todas las empresas que estaban dentro de la cadena de suministros de un producto debían disponer de la tecnología necesaria para poder leer las etiquetas. Todo esto suponía un gran impedimento para la implantación de dispositivos RFID debido fundamentalmente a su elevado coste.



Figura 1.2. Almacén RFID

1.2.2.- La Creación del Auto-ID Center y el EPCglobal

En 1999 el Uniform Code Council y EAN International (European Article Numbering) junto a las empresas Gillette y Procter & Gamble, fundaron el Auto-ID Center en el Massachusetts Institute of Technology. Este centro consiguió desarrollar una etiqueta RFID, cuya fabricación a gran escala tendría un precio muy inferior a las anteriormente fabricadas.



De este modo, las empresas podrían poner etiquetas en todo lo que ellos tuvieran y conectarlas a Internet a través de una red de seguridad. Así pues, el centro consiguió el respaldo del Departamento de Defensa de Estados Unidos y de unas 100 grandes compañías mundiales como Wal-Mart, Tesco, Metro....

La principal característica del RFID que atrajo a estas compañías fue la posibilidad que suponía poder ofrecer una visión global de toda la cadena de suministros de sus productos y de este modo saber con total precisión la localización en todo momento de cualquier producto que esté en la cadena de suministro.

Hoy en día, el coste unitario de cada etiqueta oscila entre los 20 y 40 céntimos de dólar, dependiendo del posterior uso que se le va a dar. Una vez reducido el coste del RFID, el Auto-ID Center desarrolló el Electronic Product Code (EPC), un código que hace posible otorgar un único número de serie a cada producto manufacturado. También se desarrollaron métodos efectivos de transferencia de datos entre la etiqueta y los lectores, además del diseño de una estructura de redes que permite almacenar toda la información dentro de una base de datos segura de Internet. Se puede almacenar una ilimitada cantidad de datos asociada a cada número de serie, que son almacenados online y que cualquiera con el acceso permitido puede conseguirlos.

El Auto-ID Center cedió su tecnología a una organización sin ánimo de lucro llamada EPC Global, la cual tiene desarrollada una estructura en la red denominada EPCglobal Network, que posibilita a las compañías compartir información de los bienes negociados en tiempo real a través de la red.

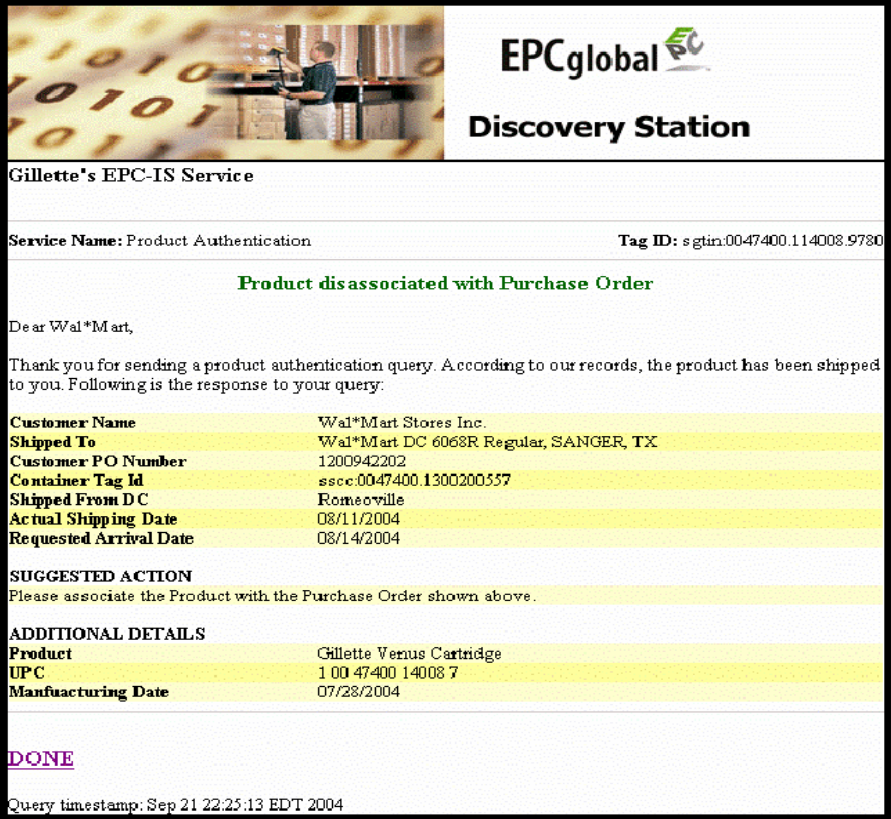
Todo esto supone una revolución en el desarrollo logístico de las empresas. Un ejemplo del funcionamiento del RFID en las redes logísticas podría ser el siguiente:

La compañía A envía un pallet lleno de refrescos, las etiquetas con la correspondiente tecnología RFID de los refrescos y el pallet son reconocidos por un escáner cuando el cargamento sale de la fábrica, y el software usado automáticamente permite a la compañía B destinataria del envío, saber que el cargamento ha abandonado la compañía A. La compañía B puede conocer todo acerca de los productos que están viniendo a

través del número de serie. Cuando la compañía B recibe el cargamento identifica las etiquetas y envía un mensaje a la compañía A advirtiéndole de que el cargamento ya ha llegado.

Así pues, con esta técnica, la eficiencia provocada por la claridad de la cadena de suministro y su información disponible en tiempo real es enorme. Las compañías reducirían inventarios, además de asegurarse de que el producto llega al sitio correcto en el tiempo correcto. Además el reconocimiento de las etiquetas puede ser realizado por máquinas, lo cual reduciría los costes de mano de obra y los errores de lectura. Éste nuevo modo de lectura, provocaría una gran disminución de los costes globales del producto, logrando una mejora en la productividad de la compañía.

No obstante, no está claro si se podrá conseguir esta implantación de manera completa. El mayor obstáculo reside en el coste de las etiquetas. El Auto-ID Center calculó que si se consumían 30 billones de etiquetas anualmente, el precio de éstas caería a 5 céntimos de dólar. Sin embargo, esta previsión de consumo nunca se conseguirá si el coste unitario de cada etiqueta es de 25 céntimos o más. Así que el problema es el siguiente, las etiquetas no bajarán de precio hasta que la gente las utilice, aunque la gente no las utilizará hasta que sean más baratas.



EPCglobal
Discovery Station

Gillette's EPC-IS Service

Service Name: Product Authentication **Tag ID:** sgtin:0047400.114008.9780

Product disassociated with Purchase Order

Dear Wal*Mart,

Thank you for sending a product authentication query. According to our records, the product has been shipped to you. Following is the response to your query:

Customer Name	Wal*Mart Stores Inc.
Shipped To	Wal*Mart DC 6068R Regular, SANGER, TX
Customer PO Number	1200942202
Container Tag Id	sscc:0047400.1300200557
Shipped From DC	Romeoville
Actual Shipping Date	08/11/2004
Requested Arrival Date	08/14/2004

SUGGESTED ACTION
Please associate the Product with the Purchase Order shown above.

ADDITIONAL DETAILS

Product	Gillette Venus Cartridge
UPC	1 00 47400 14008 7
Manufacturing Date	07/28/2004

DONE

Query timestamp: Sep 21 22:25:13 EDT 2004

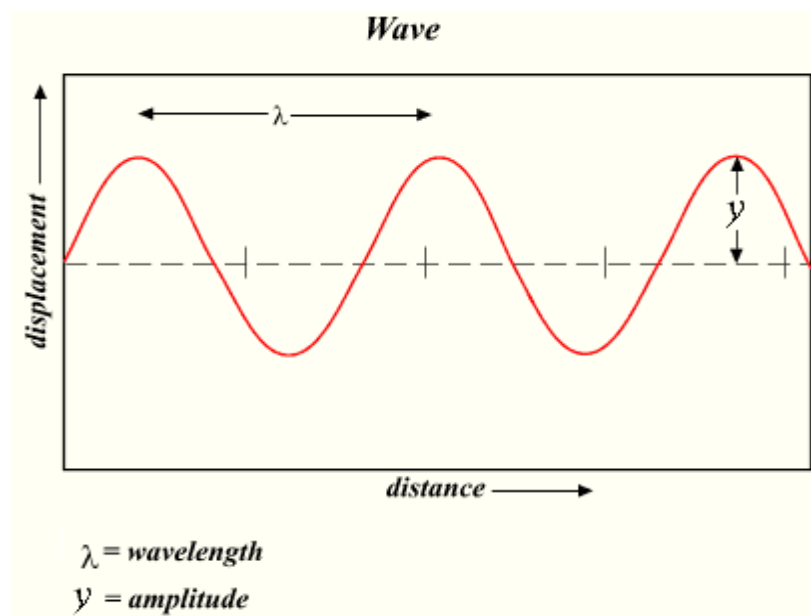
Figura 1.3. Ejemplo de funcionamiento de la red EPC Global

1.3.- Principios físicos de la radiofrecuencia

1.3.1.- La Radiofrecuencia

La tecnología RFID utiliza una serie de conceptos físicos que se centran fundamentalmente en el campo de la radiofrecuencia. A continuación procederemos a explicarlos detalladamente para comprender el funcionamiento físico de esta tecnología.

La radiación electromagnética emitida consiste en la propagación de la energía en forma de onda; esta onda se ve afectada por los parámetros de amplitud y frecuencia de la onda.



Amplitud de la onda: La amplitud de un oscilatorio, o señal electromagnética es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica o cuasi periódicamente en el tiempo.

Frecuencia de una onda: La frecuencia es una medida que se utiliza generalmente para indicar el número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en la unidad de tiempo.

Longitud de onda: La longitud de onda describe lo larga que es la onda. La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda. Una longitud de onda larga corresponde a una frecuencia baja, mientras que una longitud de onda corta corresponde a una frecuencia alta.

Las frecuencias se agrupan en bandas de frecuencia que tienen características similares.

Las bandas de frecuencia utilizadas por la tecnología RFID son las siguientes:

LF Baja Frecuencia (Low frequency): La banda está comprendida entre 30 y 300 KHz y el tamaño de la longitud de la onda está entre 10 m y 1 Km. La baja frecuencia también es conocida como Onda larga.

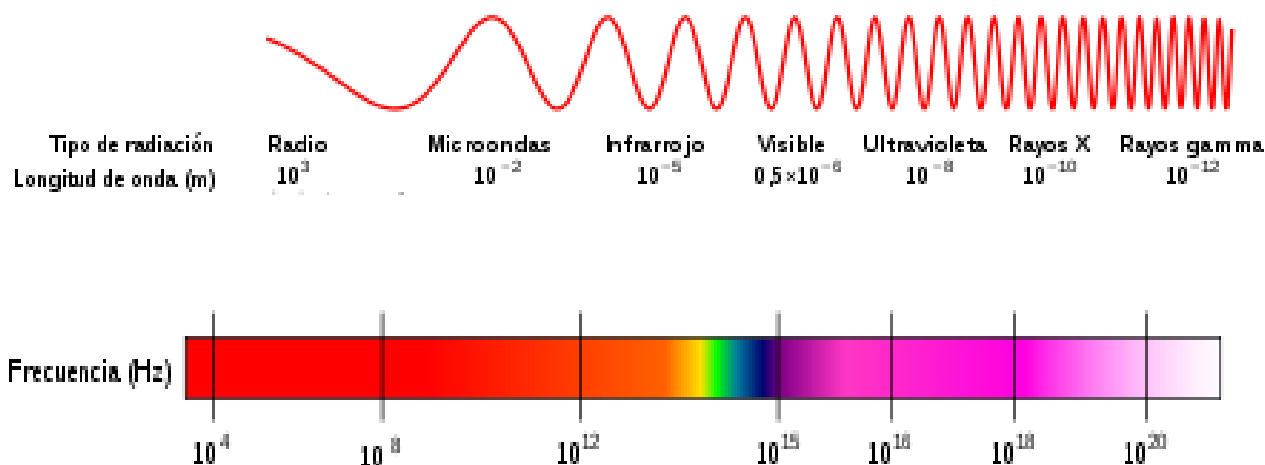
MF Frecuencia Media (Medium frequency): La banda está entre 300KHz y 3MHz y la longitud entre 1000 y 100 metros. También llamada Onda media.

HF Frecuencia Alta (High frequency): La banda se comprende entre 3 y 30 MHz y la longitud entre 100 y 10 metros. Conocida como Onda corta.

VHF Frecuencia muy alta (Very High frequency): Compreendida entre 30 y 300 MHz y de 10 a 1 metro de longitud de onda.

UHF Frecuencia ultra alta (Ultra High frequency): La banda está comprendida entre 300MHz y 3GHz, y la longitud de la onda entre 1 metro y 1 decímetro.

SHF Frecuencia súper alta (Super High Frequency): Donde la banda está comprendida entre 3 y 30 GHz y la longitud sólo entre 1 decímetro y 1 centímetro.



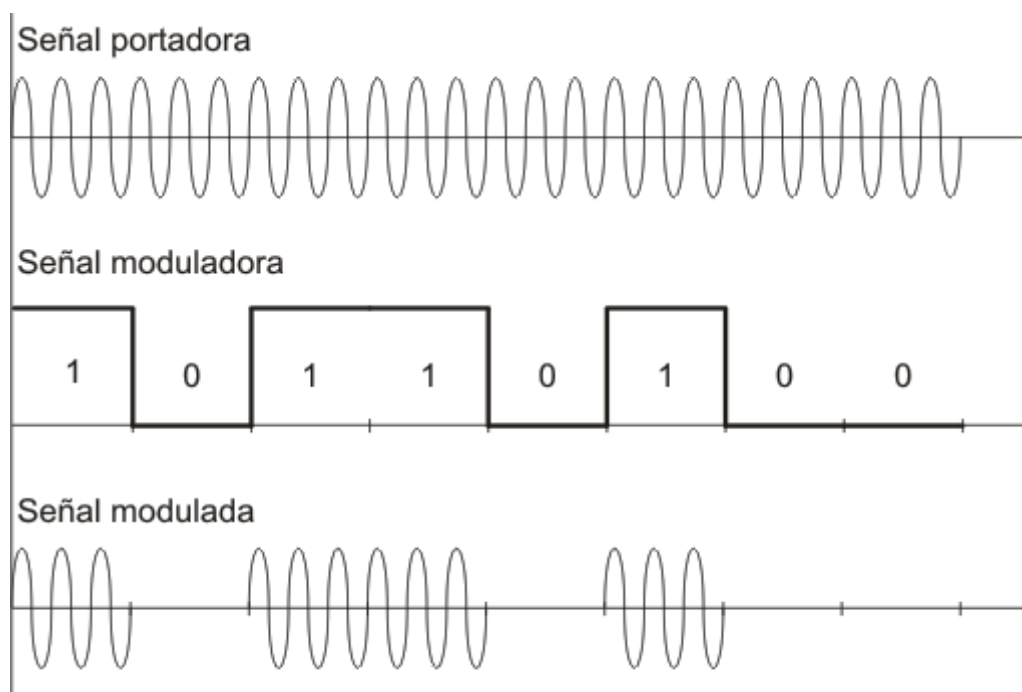
Durante la comunicación llevada a cabo por la tecnología RFID, la transmisión debe darse entre un emisor y un receptor, los cuales deberán llevar incorporada una antena para que la comunicación se pueda establecer. En la comunicación no se transmite únicamente información, sino que también se propaga energía la cual se puede utilizar para poner en funcionamiento las etiquetas RFID pasivas.

Los datos se envían mediante una modulación, proceso por el cual se modifica la frecuencia o amplitud para transmitir datos. Partimos del punto de que la transmisión de los datos se lleva a cabo mediante una codificación binaria, la cual es reconocida por los dispositivos electrónicos de la tecnología RFID.

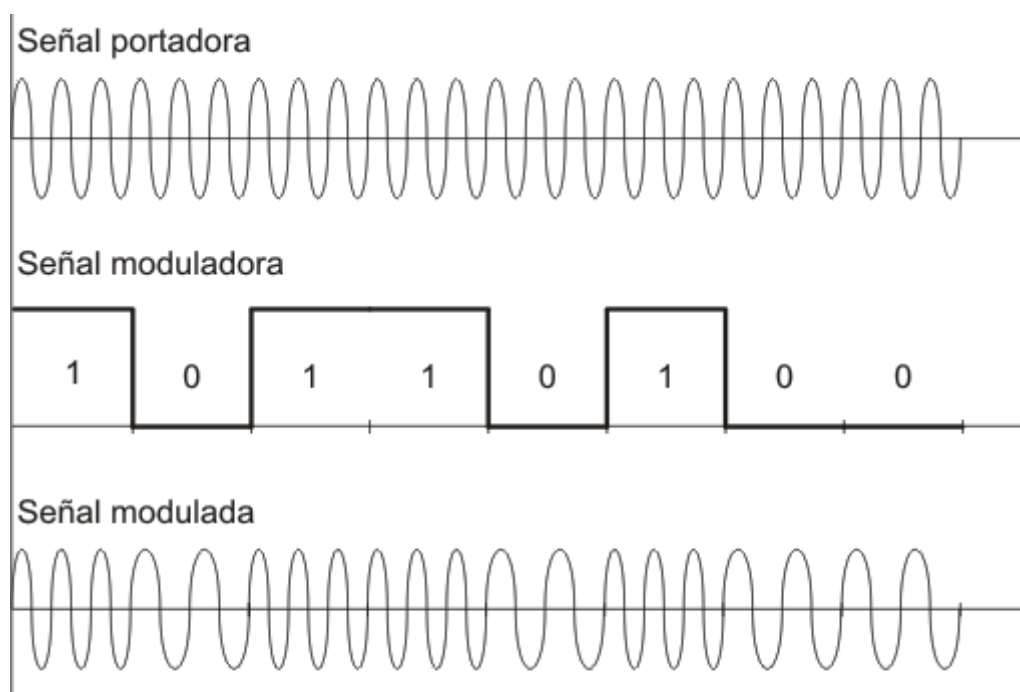
Existen dos tipos de transmisión de datos. Por un lado está la *modulación ask* y por otro lado está la *modulación fsk*. En el caso de la modulación ask se altera la altura de la onda

siendo de menor altura los ceros transmitidos y de mayor altura los unos. Para el caso de la modulación fsk, lo que se ve alterado es la frecuencia de la onda, siendo la onda menos frecuente en la representación del cero y más frecuente en la representación del uno.

Modulación ask



Modulación fsk



Existen fundamentalmente dos tipos de comunicaciones por radiofrecuencia:

Comunicación Campo lejano (Far-Field). Se utiliza para comunicación de largas distancias o para frecuencias altas. Esta comunicación es la utilizada para entornos líquidos o metálicos. Es el mecanismo utilizado para etiquetas UHF, o frecuencia ultra alta.

Campo próximo (Near-Field). Usado para cortas distancias y bajas frecuencias de comunicación. Es el mecanismo utilizado para la HF, o frecuencia alta.

1.3.2.- Factores que intervienen en el comportamiento físico de la etiqueta (tag)

De acuerdo con la longitud de onda utilizada, hay una serie de factores que intervienen en el comportamiento de la tecnología RFID dependiendo de la frecuencia utilizada. Este efecto puede ser debido a los diferentes materiales utilizados, que afectan a la propagación de la onda de radiofrecuencia.

A. Absorción

Algunos materiales absorben la energía propagada en las ondas de radio, provocando que haya menos potencia disponible para que la etiqueta RFID pueda responder al lector. Cuando una onda de radio se tropieza con un obstáculo, parte de su energía es absorbida, mientras que otra parte se atenúa y sigue propagándose. La atenuación aumenta a medida que aumenta la frecuencia o aumenta la distancia. Cuando una señal choca con un obstáculo, la atenuación producida depende directamente del tipo de material del que esté constituido el obstáculo.

Un claro ejemplo de atenuación es el producido por los materiales líquidos. Por ejemplo, el agua o el jabón absorben las ondas de radio y reducen la energía transmitida por el lector que es captada por la etiqueta, lo cual supone que la señal llegue con menos intensidad. De todos modos, no todos los líquidos se comportan de igual manera.

A continuación observaremos unos ejemplos de cómo se comportan algunas materiales con respecto a la atenuación de las ondas de radio frecuencia.

Aire

Su grado de atenuación de la onda es nulo.

Se produce cuando la lectura de la etiqueta RFID al aire libre.

Plástico

El grado de atenuación que presenta es bajo.

Se produce cuando la lectura de la etiqueta a través de su envoltorio de plástico.

Vidrio

El grado de atenuación que presenta es bajo.

Se produce cuando la lectura de la etiqueta está encerrada detrás de una ventana, como puede ser una joyería.

Agua

El grado de atenuación que presenta es medio.

Se produce cuando la lectura de la etiqueta en un medio húmedo.

Seres vivos

El grado de atenuación que presenta es medio.

Se produce cuando la lectura de la etiqueta en los que está incorporado en un ser humano o en una mascota.

Metal

El grado de atenuación que presenta es alto.

Se produce cuando la lectura de la etiqueta que está en el interior de un objeto metálico, es el caso por ejemplo de un armario metálico.

B. Reflexión

Se denomina reflexión al fenómeno por el cual una onda incide sobre la superficie de separación entre dos medios diferentes y una parte de su energía se transmite al segundo medio en forma de una onda transmitida de características similares a la incidente, mientras que otra parte de la energía incidente rebota en dicha superficie y se propaga hacia atrás.

Los materiales del entorno de la etiqueta RFID pueden reflejar, lo que provocaría que la etiqueta recibiera además de la onda principal enviada por el lector, ondas reflejadas que son diferentes a la onda principal. Cuando una onda de radio choca contra un obstáculo, parte o la totalidad de la onda se refleja y se observa una pérdida de la intensidad.

La reflexión es provocada principalmente por materiales metálicos, éstos provocan que la energía que proviene del lector no pueda ser absorbida en su totalidad por la etiqueta, lo que puede provocar una desintonización de la antena.

C. Interferencias

Lo primero de todo hay que diferencia entre interferencia e interferencia mutua. La interferencia ocurre cuando una antena recibe señales de la misma frecuencia desde dos o más fuentes. De este modo, la tarea del lector se ve dificultada al tener que diferenciar entre señales. La interferencia mutua es producida por lecturas exitosas provenientes de etiquetas de zonas de lectura muy cercanas.

1.4.- Problemática de la privacidad del RFID

Una de las principales amenazas para las personas que supone la implantación del RFID, es el tema de seguridad de nuestra privacidad. Las etiquetas RFID proporcionan información automáticamente. Además, éstas pueden ser integradas en artículos, animales e incluso personas. Como resultado, hay una creencia popular de que esta tecnología puede poner en peligro la privacidad de cada persona.

Se teme que las etiquetas puedan ser usadas para conseguir y almacenar información personal, como información médica, movimientos u otro tipo de comportamientos sociales.

Existen garantías sobre la protección de datos, privacidad y otras conductas éticas asociadas, que son cruciales para que la sociedad acepte la tecnología RFID. Únicamente con su aceptación, esta tecnología puede desarrollar todos sus numerosos beneficios económicos y sociales.

La Comisión Europea trabaja para asegurar la privacidad y seguridad, bajo el alcance de la Normativa de Protección de Datos.

EPCglobal está firmemente comprometida con la privacidad del consumidor y tiene un amplio historial de activismo en este aspecto. Además de la normativa vigente actualmente, los miembros de EPCglobal están sujetos a directrices de privacidad estrictas, que aseguran que se sabrá siempre si hay una etiqueta de RFID en cualquier producto que compre. A medida que evolucione el EPC, también surgirán nuevos asuntos que tratar. Los miembros de EPCglobal se comprometen a ocuparse de estos asuntos, y a dialogar sobre ellos con las partes interesadas.

He aquí un breve resumen de las directrices de privacidad:

1. Aviso al consumidor

Siempre se notificará de forma clara si un producto o paquete contiene un EPC, normalmente a través del logotipo de EPC o mediante un identificador.

2. Elección del consumidor

Se informará de las opciones que están disponibles para descartar, quitar o, en el futuro, desactivar las etiquetas de EPC que adquiera. En la mayoría de casos, las etiquetas serán parte del envoltorio desechable del producto o una etiqueta del producto.

3. Educación del consumidor

Se tendrá la oportunidad de obtener información precisa sobre el EPC y sus aplicaciones. EPCglobal también actuará como foro para las empresas y para los consumidores que tengan dudas y/o quejas sobre la tecnología de EPC.

4. Registro del uso, retención y seguridad

El EPC no contiene, recopila ni almacena ninguna información personal identificable. Como ocurre con la tecnología de código de barras convencional, los datos personales se pueden vincular al EPC. Sin embargo, esto se debe realizar según las directrices de EPCglobal y la legislación pertinente. Todos los suscriptores de EPCglobal, aceptan publicar la información sobre sus políticas en relación a la retención, uso y protección de cualquier información personal identificable asociada con el EPC.

2.- Arquitectura de un sistema RFID

2.1.- Componentes

Las siglas RFID significan Radio Frequency Identification, que traducido al castellano significa, Identificación por Radio Frecuencia. Se trata de un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que emplea dispositivos denominados etiquetas RFID o tag.

RFID es sin duda un paso más hacia delante para las tecnologías de identificación automática, que cada día se están convirtiendo en la mejor alternativa al código de barras.

El modo de funcionamiento consiste en que una etiqueta RFID que contiene generalmente datos de identificación del objeto al que se encuentra adherido, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos. Esta señal es capturada por un lector RFID, el cual se encarga de leer dicha información y transmitírsela a la aplicación específica que utiliza RFID denominada 'middleware'.

Se trata de un dispositivo similar a una pegatina que puede ser adherida o simplemente incorporada a un producto, animal o persona. Estos dispositivos disponen de antenas que les permiten recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un receptor RFID.

Un sistema RFID consta de tres componentes:

Lector de RFID o Transceptor.

El lector está compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador. El lector envía unas señales, cuando éste capta una señal de una etiqueta, extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos. Estas señales podrían transmitir energía en el caso de que se trate de leer una etiqueta pasiva.

Algunos lectores llevan además integrado un módulo programador que les permite escribir información en las etiquetas, si éstas permiten la escritura.

Subsistema de procesamiento de datos o Middleware.

Proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos. Se trata del software que reside entre el lector y las aplicaciones empresariales. Filtra datos y permite pasar sólo la información útil hacia dichas aplicaciones. Algunos también pueden gestionar la red de lectores.

Etiqueta RFID, transpondedor o Tag:

La etiqueta RFID está compuesta fundamentalmente por una antena y un microchip. El propósito de la antena es permitir al chip transmitir la información de identificación de la etiqueta. El chip, que es cada vez más imperceptible para el ojo humano, posee una memoria interna para almacenar el número de identificación y en algunos casos, datos adicionales cuya capacidad depende del modelo. En la figura se puede observar una etiqueta RFID en la que el punto negro se corresponde con el microchip y lo que rodea a la etiqueta es la antena.

Las etiquetas RFID se clasifican de acuerdo con los siguientes factores:

La cantidad de datos que pueden almacenar. Puede variar desde un simple bit, los bits suficientes para almacenar un Código Electrónico de Producto, a miles de bits. Normalmente las etiquetas RFID con capacidades de almacenamiento altas disponen de batería interna, es decir, son activas.

El tipo de energía. Las etiquetas RFID de bajo coste normalmente son pasivas, lo que significa que usan la energía emitida por el lector para encender su microchip. Sin embargo, las etiquetas activas disponen de su propia fuente de alimentación interna, y es por ello por lo que pueden transmitir a largas distancias.

La frecuencia de operación. Habitualmente las bandas de frecuencia para los sistemas RFID son 135 KHz, 13.56 MHz, 915 MHz y 2.45 GHz. Estas frecuencias las pone el gobierno, quien controla el espectro electromagnético en cada región.

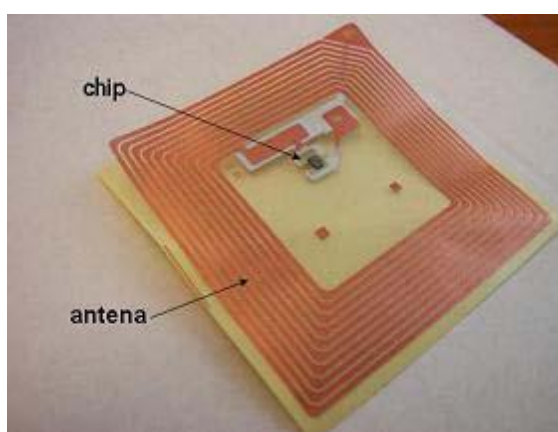


Figura 2.1. Etiqueta RFID

En la sección siguiente se explica con mayor detalle las partes de que consta una etiqueta y sus diferentes tipos.

2.2.- Etiqueta RFID, transpondedor o Tag

2.2.1 Componentes de la etiqueta

Una etiqueta RFID es un elemento que permite almacenar y enviar información a un lector en forma de ondas de radio.

Los componentes de una etiqueta RFID son:



A. Chip o circuito integrado:

Figura 2.2 Etiqueta RFID

El chip recoge la energía de radio frecuencia enviada por el lector y la convierte en alimentación eléctrica para la etiqueta, que utilizará para activar la circuitería interna del chip. Posteriormente almacenará la información enviada por el lector en la memoria o recuperará la información que haya sido solicitada por el lector de la memoria interna de la etiqueta. Posteriormente se modulará la señal de respuesta al lector.

El chip almacena la información y ejecuta los comandos necesarios. Cuanta mayor es la capacidad, mayor es el coste de producción. El tipo de chip utilizado determina si el tipo de memoria es de sólo lectura o tiene la capacidad de leer y escribir.

B. Antena:

La antena absorbe las ondas de radio y difunde por el mismo medio la información contenida en el chip.

Las antenas RFID tienen la capacidad de aumentar el radio de acción lo máximo posible, así como la densidad del campo electromagnético, de forma que cuanto mayor sea el alcance y más denso sea su campo, se leerá mejor la información.

Existen multitud de modelos de antenas cada uno con unas características determinadas para su correcto funcionamiento. Las antenas de las etiquetas RFID tienen el diseño basado en varios factores, los cuales determinan su forma y tamaño según el objetivo de la aplicación. De ahí que existan antenas con forma rectangular, cuadrada, redonda...etc.

C. Sustrato:

Material que mantiene el chip y la antena juntos y los protege. En su mayoría son un film de plástico. Tanto el chip como la antena están adjuntados a él.

2.2.2.- Etiqueta RFID según la fuente de alimentación

Una clasificación importante la podemos realizar de acuerdo a **la fuente de alimentación**.

Las etiquetas se pueden clasificar en:

- ***Etiquetas pasivas***
- ***Etiquetas activas***
- ***Etiquetas semi-activas o semi-pasivas***

Etiquetas Pasivas

No requieren fuente de alimentación interna, ya que toda la energía que necesita la recoge del campo electromagnético creado por el lector. Esta energía basta para activar el circuito integrado del chip y de este modo generar y transmitir una respuesta.

Debido a esto, la antena debe estar diseñada de tal modo que sea capaz de obtener la energía necesaria para funcionar a la vez que enviar la respuesta.

Las etiquetas pasivas suelen tener distancias de funcionamiento entre los 10 centímetros y unos pocos metros. Depende de la frecuencia de funcionamiento, el diseño y el tamaño de la antena.

Existen etiquetas fabricadas con semiconductores basados en polímeros desarrollados por compañías de todo el mundo. Si estas etiquetas se introducen en el mercado, sería posible su producción en imprentas, convirtiéndose en etiquetas RFID mucho más baratas que las etiquetas fabricadas de silicio. Gracias a las imprentas se conseguiría un coste prácticamente nulo, como lo tiene hoy en día el código de barras.

La respuesta generada por este tipo de etiquetas está formada únicamente por un número identificador.

Las etiquetas RFID pasivas tienen una distancia de funcionamiento menor a las etiquetas activas y semi-activas, aunque su coste es mucho menor

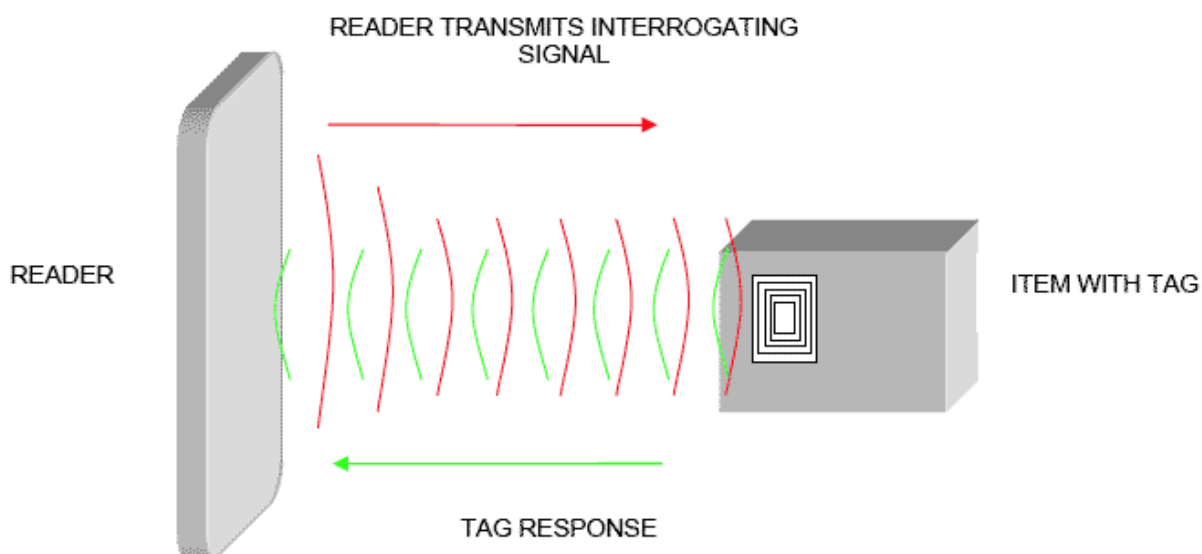


Figura 2.3. Funcionamiento equipo RFID

Etiquetas Activas

Disponen de una propia batería para el suministro de energía. La utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y de este modo propagar la señal al lector consiguiendo una mayor distancia de funcionamiento. Tienen una mayor capacidad de almacenamiento de información. A diferencia de las etiquetas pasivas no envían únicamente un simple código de identificación, debido a que disponen de más energía que permite enviar más información.

Pueden llevar incorporados sensores adicionales a la propia memoria, como sensores de temperatura, de velocidad, de movimiento, etc...que permiten almacenar o controlar datos vitales en algunos productos.

Estas etiquetas son capaces de emitir señales más potentes que las de las etiquetas pasivas. Se consigue una señal más eficiente para medios difíciles para la radiofrecuencia, como por ejemplo el agua o el metal.

Estas etiquetas RFID son las más caras del mercado y tienen un tamaño mayor que las pasivas y su alcance es de unos cientos de metros.

La vida de sus baterías puede llegar a los 10 años.

Etiquetas semiactivas o semipasivas

Las etiquetas de este tipo utilizan una batería para activar la circuitería del chip, como las etiquetas RFID activas. Sin embargo la energía para generar la comunicación con el lector es la que recoge de las ondas de radio de éste.

Debido a que utilizan una batería, éstas son más grandes y más caras que las etiquetas pasivas y más baratas y más pequeñas que las activas. Sin embargo, consiguen mejores rangos de comunicación en comparación con las pasivas por la misma razón que las etiquetas activas.

Algunas de estas etiquetas llevan integradas sensores de temperatura, o movimiento para obtener datos precisos del medio en que se encuentra la etiqueta.

Este tipo de etiquetas tienen una fiabilidad comparable a la de las etiquetas RFID activas, mientras que el rango operativo es el de una etiqueta RFID pasiva. Además su tiempo de vida suele ser mayor que la de las etiquetas activas.

2.2.3.- Etiqueta RFID según la capacidad

La capacidad de una etiqueta RFID hace referencia a la cantidad de información que es capaz de almacenar el chip o memoria interna. Como resulta lógico pensar, cuanto mayor es la capacidad de almacenamiento, mayor es el precio de la etiqueta.

- **Un bit de información:** Este tipo de etiquetas son las utilizadas como medida de seguridad en las tiendas, es decir, la etiqueta RFID está a '1' cuando el producto no se ha pagado y se pone a '0' al pasar por línea de caja. En realidad estas etiquetas RFID no disponen de chip interno, sino que si la etiqueta RFID está activa representa un '1' y si se desactiva representa un '0'.
- **64 Bits de información:** Estas memorias de 64 Bits de información fueron las desarrolladas en la primera versión de la EPCglobal (que se desarrollará con mayor detenimiento en el capítulo 3). Estas memorias permitían albergar un código de hasta 64 bits de información.
- **96 Bits de información:** Las memorias que contienen 96 bits de capacidad son las desarrolladas para poder albergar el Electronic Product Code EPCglobal (que se desarrollará con mayor detenimiento en el capítulo 3) en su versión de 96 bits. Esta versión es la más extendida, y fueron elegidos los 96 bits con el deseo de asegurar que todos los objetos tengan un EPC único en una versión que

mantenga el bajo coste. Estas etiquetas RFID pertenecen a la Generación 1 de la EPCglobal, la cual soportaba hasta 96 bits de información.

- **256 Bits de información:** Estas memorias son las desarrolladas en la Generación 2 de la EPCglobal y aportan un EPC de 256 bits de información, es decir, disponen de la suficiente capacidad de memoria como para albergar un código de 256 bits.
- **Más de 256 Bits de información:** Estas memorias además de poder albergar Códigos Electrónicos de Producto de hasta 256 bits de información, según la Generación 2 de la EPCglobal, permiten almacenar mas información relativa al producto que podría resultar importante, como podría ser el peso, la fecha de caducidad, o simplemente para almacenar las medidas tomadas a través de los sensores que pueden llevar las etiquetas RFID, como la presión, temperatura, humedad, etc. Este tipo de memorias son las de mayor coste actualmente en el mercado.

2.2.4.- Frecuencias de operación

La frecuencia de operación permite clasificar a las etiquetas en baja, alta, ultra alta frecuencia y microondas. La frecuencia de operación determinará aspectos de la etiqueta como la capacidad de almacenamiento de datos, la velocidad y tiempo de lectura de éstos, el radio de actuación o el coste de la etiqueta.

Etiquetas de baja frecuencia

Las etiquetas de baja frecuencia (LF) funcionan a **135 KHz**. Los sistemas RFID de baja frecuencia utilizan para su funcionamiento el acoplamiento inductivo. El voltaje inducido es proporcional a la frecuencia, gracias a ello se puede producir el voltaje necesario para alimentar un circuito integrado. En este fundamento se basan las etiquetas pasivas.

Capacidad de los datos

En el caso de las etiquetas pasivas, que son las más usuales en este caso, la capacidad de datos es baja, alrededor de 64 bits. En cambio en las etiquetas activas se permite una capacidad de almacenamiento de hasta 2Kbits.

Velocidad y tiempo de lectura de los datos

Las tasas de transferencia de datos son bajas, típicamente entre 200 bps y 1 Kbps.

Zona de lectura

La penetración en materiales no conductores es buena, pero no funcionan bien con materiales conductores.

Costes

El coste depende en gran medida de la forma y de las necesidades específicas del sistema. Se puede generalizar que las etiquetas tanto activas como pasivas que se utilizan en los sistemas RFID de baja frecuencia son caras, en relación a aquellas que se utilizan en frecuencias superiores.

Áreas de aplicación

Estas etiquetas son aptas para aplicaciones en las que se requieran leer pocas cantidades de datos y para pequeñas distancias

Etiquetas de alta frecuencia

En las etiquetas de alta frecuencia (HF) se utiliza una frecuencia de **13,56 MHz**. La mayoría de los sistemas que trabajan a HF utilizan etiquetas RFID pasivas y su principio de funcionamiento es igual que las de baja frecuencia, acoplamiento inductivo.

Estas antenas son más baratas que las de baja frecuencia por su modo de fabricación.

Capacidad de los datos

Las etiquetas pasivas suelen poseer capacidades típicas que van desde los 512 bits hasta los 8 kbits.

Velocidad y tiempo de lectura de datos

Normalmente la velocidad de datos suele ser de unos 25 Kbps .Los sistemas RFID a esta frecuencia son capaces de leer aproximadamente unas 40 etiquetas por segundo.

Zona de lectura

Posee una buena penetración en materiales y líquidos no conductores. Sin embargo, no funciona bien cuando existen materiales metálicos en la zona de lectura, ya que estos producen reflejos en la señal.

Áreas de aplicación

Al igual que los sistemas de baja frecuencia, los sistemas de alta frecuencia son aptos para aplicaciones que requieran leer poca cantidad de datos y a pequeñas distancias.

Etiquetas de ultra alta frecuencia

Las etiquetas de ultra alta frecuencia operan en las frecuencias **433 MHz, 860 MHz, 928 MHz**. Estas etiquetas se acoplan por radio a la antena del lector.

Las antenas de ultra alta frecuencia también suelen ser de cobre o aluminio.

Capacidad de los datos

Están disponibles etiquetas activas y pasivas con capacidades típicas desde los 32 bits hasta los 4 Kbits.

Velocidad y tiempo de lectura de datos

La velocidad de transferencia de datos suele estar por los 28 Kbps pero también están disponibles en velocidades mayores. Este tipo de etiquetas RFID permite la lectura de unas 100 etiquetas por segundo.

Zona de lectura

Posee una buena penetración en materiales conductores y no conductores, pero presenta dificultades ante la presencia de líquidos, principalmente agua.

Costes

Dependen de la forma de la etiqueta. En grandes cantidades, estas etiquetas a UHF pueden ser más baratas incluso que las de frecuencias más bajas.

Etiquetas de microondas

Estos sistemas RFID funcionan a frecuencias de **2,45 o 5,8 GHz**.

Capacidad de datos

Existen etiquetas tanto activas como pasivas con capacidades de entre los 128 bits hasta los 512 Kbits.

Velocidad y tiempo de lectura de datos

La velocidad típica de lectura está por debajo de los 100 Kbps, aunque se puede alcanzar en algunos dispositivos 1 Mbps, consiguiéndose de este modo lecturas de unas 40 etiquetas en 0,05 segundos.

Zona de lectura

Buena penetración en materiales no conductores, pero no así en líquidos que contienen agua. Es reflejado por metales y otras superficies conductoras.

Costes

Los costes dependen principalmente de la forma de la etiqueta y de si esta es activa o pasiva debido al modo de alimentación.

2.3.- Lector de RFID o Transceptor

La fabricación y el diseño de los lectores RFID varía mucho entre los distintos modelos. Una de las grandes diferencias existentes entre los lectores reside en el número de conexiones con etiquetas que si puede soportar a la vez.

La clave del lector reside en la antena incluida en éste, mediante la cual se envía información digital codificada a través de ondas de radiofrecuencia. La antena de la etiqueta es capaz de detectar el campo de radiofrecuencia modulado generado por la antena de lector, posteriormente se decodifica la información y usando su propia antena envía una señal con dirección al lector más débil a modo de respuesta.

Como puede darse que haya en el campo operativo de un lector una gran cantidad de etiquetas, los lectores deben ser capaces de recibir y administrar varias respuestas al mismo tiempo. Esta capacidad de gestionar gran cantidad de etiquetas al mismo tiempo, se utiliza para permitir que las etiquetas sean identificadas y seleccionadas individualmente y no tratadas como un todo. Los lectores pueden enviar órdenes a algunas etiquetas para que se enciendan o se apaguen dependiendo de la necesidad de eliminar algunas interferencias que se pudieran producir dentro del campo de lectura. Además de estas órdenes de encendido o apagado, existen otras operaciones que se pueden realizar una vez que se selecciona una etiqueta, como pueden ser la lectura de su número de identificación, o escribir información de interés en la etiqueta, si ésta lo permite.

Mediante los lectores RFID se recoge la información de las etiquetas y que puede ser transferida a una capa de gestión superior. Esta capa superior consiste en un software de gestión que es denominado middleware.

Como se ha especificado con anterioridad, las antenas pueden clasificarse en antenas móviles y fijas.

Antenas móviles: Las antenas móviles son aquellas que se pueden mover para identificar las etiquetas. Normalmente estas antenas se encuentran en los lectores móviles o son utilizadas manualmente por un operario.

Antenas fijas: Estas antenas están conectadas a lectores mediante cables. Son utilizadas en puertas lectoras Dock Door (2 antenas), o también son usadas en cintas transportadoras, antenas de arco (3 antenas), donde el lector identifica las etiquetas que pasan a través de la antena fija.



Figura 2.4. Lector RFID

2.4.- Middleware

El middleware es una aplicación que reside entre los dispositivos de hardware de la tecnología RFID (tags, lectores, antenas...) y los dispositivos de gestión empresarial. Su principal misión consiste en la gestión de lectores, el filtrado de datos y el control de la infraestructura. El middleware permite la administración de los datos y el envío de los mismos.

Concretamente el Middleware RFID se encarga de extraer los datos que han sido capturados por los distintos lectores de RFID existentes en la fábrica; se realiza un filtrado de la información y en caso de que sea necesario agrega los datos no existentes. Posteriormente estos datos se envían al sistema de gestión de la empresa, que puede ser un ERP por ejemplo. El Middleware es una pieza clave para conseguir una productividad competente.

Las funciones básicas del middleware son la gestión, control y configuración de toda la red de hardware de lectores y etiquetas, recolectar y filtrar datos de las lecturas y traspasar éstos de manera eficiente a los sistemas de gestión.

El middleware no es necesario en todos los proyectos, sino que éste sólo es importante dentro de los marcos de trabajo en los que se deba interactuar entre el mundo físico que forma la infraestructura RFID y el mundo lógico de la información. Aquellas organizaciones que decidan implementar este tipo de gestión de productos deberán seleccionar previamente y de manera detallada un Middleware RFID que ofrezca las herramientas necesarias para el funcionamiento correcto del sistema.

2.4.1.- Funcionalidades del Middleware

Procesado de datos

La tecnología RFID permite conseguir datos en tiempo real de los productos que se tienen y su distribución en tiempo real. Las lecturas son automáticas pudiéndose procesar y gestionar una gran cantidad de datos.

El middleware realiza un filtrado de los datos recogidos por los lectores, para evitar varias lecturas de una misma etiqueta y no tener una sobrecarga de datos. Además posee la posibilidad de producir un valor añadido a la información antes de enviarla al nivel superior del sistema de gestión empresarial. Por ejemplo, puede detectar productos caducados y avisar a los responsables de su inmediata retirada.

Gestión de dispositivos

El middleware controla etiquetas, lectores, impresoras, o cualquier otro dispositivo de la tecnología RFID. Controla el funcionamiento de los lectores y avisa cuando éstos empiezan a fallar. Puede llevar a cabo actualizaciones de los distintos dispositivos gestionados.

Conexión con sistemas de gestión empresarial

El middleware recopila información de la estructura del RFID y se encarga de enviarla a las aplicaciones empresariales que hay por encima suya.

En principio, se tiene en cuenta que uno de los aspectos fundamentales de un completo Middleware RFID reside en que debería ser capaz de transformar los datos obtenidos de cualquier tipo de dispositivo de identificación (código de barras, GPS, RFID, satélite, sensores...). Luego, el Middleware RFID debe redirigir la información obtenida a cualquiera de las aplicaciones y redes que utilice.

2.4.2.- El Proyecto Bridge

El proyecto Bridge es un proyecto desarrollado dentro del VI Programa Marco de la Unión Europea, cuya misión es la investigación, desarrollo e implementación de herramientas que hagan posible el despegue de las aplicaciones RFID en Europa.

Ante estas necesidades, se desarrolla un componente implementado en el Middleware denominado Discovery Service, cuyo propósito es permitir la implementación de funciones de seguimiento y trazabilidad de los productos. El objeto del proyecto es proponer un diseño del Discovery Service, sus interfaces y desarrollar un prototipo funcional que permita validarlo.

Los datos proporcionados por los lectores son enviados al Middleware. Esta información obtenida se almacena en el “EPCIS Repository”, proporcionando un interfaz que permite que esta información pueda ser consultada tanto por aplicaciones internas de la empresa, tanto por aplicaciones externas con las que se establezcan relaciones de confianza. El interfaz permite consultar todas las informaciones referentes a un producto que se han ido almacenando en los EPCIS de las distintas empresas conectadas mediante la red EPCglobal a lo largo de su vida. El desarrollo de una red EPCglobal, permite seguir la trazabilidad del producto deseado haciendo uso del ONS (object name service), un servicio que dado un EPC de un producto devuelve el EPCIS del fabricante.

El Discovery Service proporciona un mecanismo para localizar los diferentes EPCIS que tienen información de los eventos relativos a un determinado EPC. El Discovery Service consta de dos interfaces y una base de datos. Uno de los interfaces se utiliza para la captura de información de los eventos en la base de datos y el otro interfaz se utiliza para la consulta de datos. Cuando se recibe una petición de consulta, el Discovery Service devolverá una lista de los enlaces de los diferentes EPCIS que almacenan información de un determinado producto, consiguiendo aplicaciones de búsqueda, trazabilidad y seguimiento más eficientes y seguras.

La estandarización del Discovery Service es fundamental para que sea posible un servicio global de búsqueda y trazabilidad que permita la interoperabilidad entre fabricantes.

3.- Regulación y estandarización RFID

3.1.- El código EPC

El EPC, como ya se ha comenzado a hacer referencia en el capítulo anterior, es un sistema numérico denominado como la próxima generación de códigos de barras y diseñado para la identificación de todo tipo de productos. El EPC está pensado para ser globalmente aceptado, uniendo todo el mercado a través de la red. Consiste en un código numérico diseñado para identificar cada unidad del producto, así por ejemplo, cada paquete de café tendrá una única identificación.

La estructura del Código EPC se va a explicar a continuación, y cualquier empresa que lo necesite puede solicitar su código EPC a través de la empresa EPCglobal.

En el EAN13, actual código de barras, los dos primeros dígitos hacen referencia al país que otorga el código. Los siguientes 5 o 8 dígitos, hacen referencia al código de la empresa propietaria de la marca. El resto de dígitos hasta 12, hace referencia al código del producto. El último dígito es el dígito de control. Para calcular el dígito de control numeramos los dígitos de derecha a izquierda. A continuación se suman los dígitos de las posiciones impares, el resultado se multiplica por 3, y se le suman los dígitos de las posiciones pares. Se busca decena inmediatamente superior y se le resta el resultado obtenido. El resultado final es el dígito de control. Si el resultado es múltiplo de 10 el dígito de control será 0.

Las diferencias prácticas entre el código EAN (código de barras) y el código EPC se pueden resumir en:

- Ya no hay diferencias entre países o zonas de influencias; el sistema de codificación es igual para todos los países del mundo.
- La codificación está basada en la numeración hexadecimal, por lo que multiplica las posibilidades y es perfectamente inteligible en el lenguaje máquina de los ordenadores.
- Está compuesto por 24 dígitos en lugar de los 13 del código EAN.
- Los últimos 9 números hacen de numerador, de tal forma que es posible numerar más de 68 billones de un mismo producto sin repetir el código.

La nueva forma de codificación está pensada para utilizarla con chips RFID preparados para almacenar el código EPC de 96 bits. Aunque el número del código EPC se puede representar con barras, su enorme tamaño lo hace impracticable.

La estructura del código EPC contiene una cabecera que identifica el esquema de codificación que está siendo utilizado en la numeración para indicar la longitud, el tipo y la estructura del EPC. Los esquemas de codificación del EPC contienen un número seriado al final, el cual hace que el objeto identificado tenga una numeración única en el mundo.

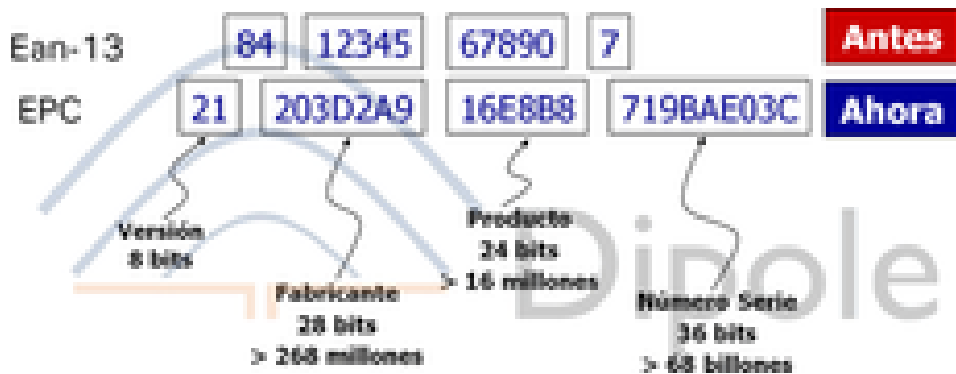


Figura 3.1. Ejemplo de código EPC

- 28 bits General Manager Number, este número identifica la compañía o la organización.
- 24 bits Object Class, denomina la clase del producto, es decir, clasifica a los productos en grupos.
- 36 bits Serial Number, el número de serie es único para cada objeto individual.
- 8 bits consiste en un campo de cabecera usado para garantizar la singularidad de un código EPC.

El EPC de cada producto concreto es almacenado en un servidor de nombres que funciona a través de Internet denominado ONS (Object Name Service) desarrollado por el EPCglobal.

3.2.- EPCglobal Network

La Red EPCglobal es una aplicación tecnológica que permite que las organizaciones, logren una mayor visibilidad de la información sobre sus productos en la cadena de trazabilidad. Este nuevo estándar global, combina la tecnología RFID, una infraestructura de redes de comunicación existente y el Código Electrónico de Producto (EPC), para crear información en tiempo real que interrelaciona las empresas con los productos existentes a través de la red.

El EPC de cada producto concreto es almacenado en un servidor de nombres que funciona a través de Internet denominado ONS (Object Name Service), desarrollado por el EPCglobal.

Esquema de funcionamiento de la red EPCglobal Network

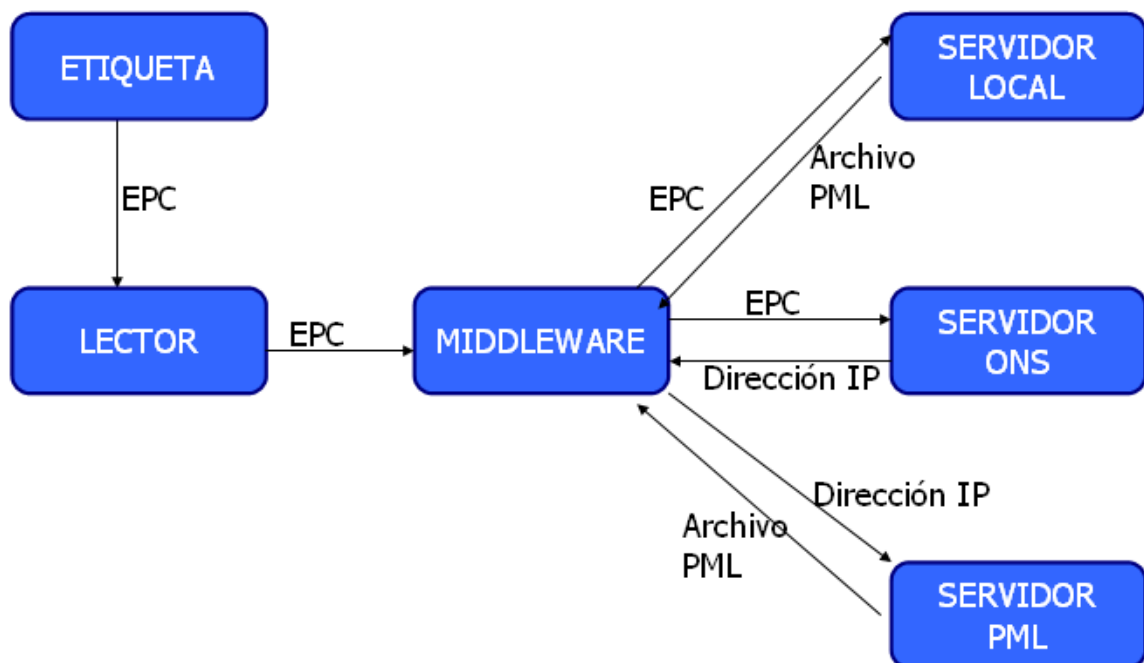


Figura 3.2.Funcionamiento Middleware

El primer paso en todo el proceso de funcionamiento del EPCglobal Network, es la lectura del tag por parte de un lector. Este lector adquiere el código EPC del producto en cuestión. Este código leído por el lector, es transmitido al Middleware, el cual se encarga de gestionar de una manera eficiente todo el proceso de emisión y recepción de datos. En todo el proceso se va a utilizar un lenguaje de programación PML, el cual es utilizado para describir objetos físicos en la red e incluye esquemas que permiten la definición de todas las características de un producto u objeto. Este lenguaje consiste en un lenguaje estándar para representar y distribuir información sobre los objetos, permitiendo la estandarización. El lenguaje PML pretende ser un complemento para definir la red EPC.

El middleware una vez recibida la información, envía el código EPC recibido hacia un servidor local de la propia empresa, donde se trata de buscar el archivo el archivo PML asociado a ese código de producto (EPC). En el caso de encontrar el producto, el proceso termina.

Si no es así, el middleware envía el EPC al servidor ONS, el cual emitirá una petición de localización de dicho PML. A este servidor ONS pueden acceder las empresas autorizadas a buscar información sobre un producto concreto. El sistema ONS conecta el EPC con su archivo asociado en PML de forma automática, de manera que al introducir un determinado EPC este servicio remite el archivo PML. El sistema ONS, responde la petición del middleware en forma de dirección IP. Cuando el middleware obtiene la dirección IP de respuesta, éste conecta con el servidor PML correspondiente que le facilitará el archivo PML paso con el cual el proceso finaliza identificando el producto que se quería identificar desde un principio.



3.3.-GS1. Estándares y normalización

GS1 es una organización privada global, dedicada a la elaboración y aplicación de normas mundiales para conseguir una mayor visibilidad de las cadenas de abastecimiento y de la oferta y la demanda a nivel mundial. El sistema de normas GS1 es el más ampliamente utilizado en las cadenas de suministro en el mundo. En el año 2005 la asociación EAN (European Article Number) se fusionó con la UCC (Uniform Code Council) para la organización mundial denominada como GS1 con sede en Bruselas. Existe una representación de GS1 en 108 países a nivel mundial.

GS1 ha diseñado e implantado estándares globales para el uso en la cadena de suministro. Los estándares de GS1 proveen una estructura que permite manejar productos, servicios e información eficientemente y con seguridad para lograr un mayor beneficio para la compañía. Los estándares aplicados aseguran los intercambios entre compañías, ya que la mayoría de las empresas comparten estándares. Además permiten que cada compañía pueda establecer y visualizar su propia cadena de trazabilidad. Los estándares son usados tanto por grandes multinacionales con grandes cadenas de suministro, como por pequeñas tiendas de barrio... Hoy en día son usados por una inmensa cantidad de compañías de todo el mundo y de muy diferentes sectores como pueden ser: salud, transporte y logística, farmacéutico....

Los estándares GS1 están jugando un papel muy importante contra la piratería de productos. Una de las mayores ventajas se produce en el sector farmacéuticos donde las imitaciones de productos están circulando por todo el mundo. En este momento en el que las cadenas de suministro están creciendo tanto, tener un conocimiento exacto del origen de cada una de las piezas que componen el producto resulta esencial y por esta razón los estándares hacen posible conseguir una trazabilidad a escala global. La trazabilidad es importante para saber el origen de cada producto, así como sus datos de producción con exactitud. Esto resulta importante por ejemplo, cuando es necesario retirar un producto del mercado porque es potencialmente peligroso.

GS1 trabaja con diferentes sistemas de trazabilidad:

- GS1 BarCodes (códigos de barras)
- GS1 eCom (comercio electrónico)

- GS1 GDSN (Red Mundial de Sincronización de Datos)
- EPCglobal (Código Electrónico de Productos, usado con el RFID)



Figura 3.3. Estándares GS1

El código de barras

Los códigos de barras GS1 son con toda certeza los más conocidos de toda la familia de los estándares. Desde que se crearon hace muchos años, han sido incorporados por una gran cantidad de empresas de todo el mundo para optimizar su cadena de trazabilidad y además conseguir importantes mejoras en temas de identificación automática de productos, pallets... Los códigos de barras permiten manejar la cadena de suministro más eficientemente. Hoy en día, un eficiente control de la cadena de suministros es una ventaja para conseguir una ventaja competitiva con respecto a las otras empresas. En el caso contrario, una insuficiente información de la trazabilidad de un producto, puede suponer una pérdida de prestigio para la empresa.

GS1 y RFID

Como se ha explicado con anterioridad el RFID, o identificación por radiofrecuencia es una tecnología en la que se usan etiquetas (tags) y que hoy en día se encuentra bastante extendida. Estas etiquetas contienen chips con antenas que contienen información que puede ser transmitida a un lector sin necesidad de pasar un escáner directamente sobre ellas. El RFID reduce inventarios, tiempos de almacenaje de mercancías y reduce la piratería al tener conocimiento exacto del origen de cada producto.

GS1 EPCglobal, filial de GS1, está empeñada en llevar a cabo el desarrollo de la tecnología RFID mediante la definición e implantación de estándares que consiguen que el RFID sea una tecnología activa alrededor de todo el mundo.



3.4.- Normas ETSI

En relación con la normativa de propagación de ondas de radio, aparecen una serie de normas establecidas por el ETSI (Instituto Europeo de normas de Telecomunicación), encargada de establecer a nivel mundial las normas aplicables para la información y la Tecnología de las comunicaciones (TIC).

Vamos a observar una serie de cuestiones importantes de RFID, aportadas por la ETSI.

- ETSI coordina con EPCglobal todos los aspectos técnicos referentes a la identificación de productos vía RFID.
- El ETSI produce las normas europeas que regulan el espectro de frecuencias enfocadas a la estandarización.
- El ETSI ha producido las normativas físicas que rigen actualmente Europa en cualquiera de sus frecuencias disponibles.

ETSI EN 300 330 (LF y HF)

- Es una norma aplicada a dispositivos de corto alcance (SDR).
- Se aplica en equipos de radio cuyo rango de frecuencias oscila entre los 9 KHz y 25MHz.
- Es aplicable a los dispositivos de RFID de baja frecuencia (LF) y a los de alta frecuencia (HF).
- Se determinan todas las condiciones técnicas y métodos de test que debe cumplir cualquier dispositivo cuyo rango de frecuencias oscile entre las frecuencias anteriormente determinadas.

ETSI EN 300 220 (UHF)

- Se usa en equipos radio eléctricos que son usados en una banda de frecuencias que oscila en el rango de 25 MHz a 1000MHz, con niveles de potencia que varían hasta los 500mW.
- Se utiliza en transmisores y receptores de corto alcance.
- Es aplicable a los dispositivos de RFID de ultra alta frecuencia (UHF)
- Se determinan todas las condiciones técnicas y métodos de test que debe cumplir cualquier dispositivo cuyo rango de frecuencias oscile entre las anteriormente determinadas.

ETSI EN 300 440 (MW)

- Se usa en equipos radioeléctricos cuyo rango de frecuencias oscila entre 1 GHz y 40 GHz.
- Aplicable a dispositivos de corto alcance.
- Se determinan todas las condiciones técnicas y métodos de test que debe cumplir cualquier dispositivo cuyo rango de frecuencias oscile entre las frecuencias anteriormente determinadas.

ETSI TR 102 436

- Esta norma puede ser vista como una guía de implementación.
- Incluye las consignas para la instalación de un equipamiento de dispositivos RFID a frecuencias UHF.

ETSI TS 102 562

- Esta norma ofrece algunas regulaciones para la implementación de “dense reader mode” que previene a los lectores de interferencias con otros cuando hay muchos lectores usados a la vez y existe bastante proximidad entre ellos.
- Esta creada conforme a las actuales normas europeas de UHF.
- Describe métodos de sincronización de los dispositivos para evitar estas interferencias.



3.5.- Normas ISO

Las normas ISO a diferencia de las normas ETSI, se centran en el protocolo de comunicación que se da en los dispositivos RFID. La ISO es la organización internacional de estandarización y en las diferentes normas ISO 18000 que se ven a continuación, se tratarán de establecer los protocolos de comunicación entre los diferentes dispositivos RFID. El propósito fundamental de todas estas normas ISO es establecer unos estándares mundiales que permitan la implantación de esta tecnología a escala mundial, estableciendo unos protocolos de comunicación iguales en todo el mundo.

ISO/IEC 18000 Air interface standards:

Está diseñada la normativa para conseguir una operabilidad global, en la que se define la comunicación entre las etiquetas RFID y los lectores RFID. También contiene las distintas frecuencias de trabajo utilizadas.

ISO/IEC 18000-2 (LF)

- Define el interfaz aéreo para RFID en dispositivos con rango de frecuencias utilizado menor de 135kHz
- Define parámetros técnicos que incluyen: la frecuencia de operación, la precisión del canal, ancho de banda del canal utilizado...
- Especifica: el protocolo de comunicación entre el interrogador y el tag, y el método de detectar y comunicarse con un tag de entre varios tags.

ISO/IEC 18000-3 (HF)

- Define el interfaz aéreo para RFID en dispositivos que operan en un rango de frecuencias de 13,56 MHz.
- Define parámetros técnicos que incluyen: la frecuencia de operación, la precisión del canal, ancho de banda del canal utilizado...
- Especifica: el protocolo de comunicación entre el interrogador y el tag, y el método de detectar y comunicarse con un tag de entre varios tags.

ISO/IEC 18000-6 (UHF)

- Define el interfaz aéreo para RFID en dispositivos que operan en un rango de frecuencias que van desde 860 MHz a 960 MHz.
- Define parámetros técnicos que incluyen: la frecuencia de operación, la precisión del canal, ancho de banda del canal utilizado...
- Especifica: el protocolo de comunicación entre el interrogador y el tag, y el método de detectar y comunicarse con un tag de entre varios tags.

ISO/IEC 15961 RFID for item management – Data protocol: application interface:

- Esta norma está dirigida a comandos funcionales comunes y características de sintaxis y estructura, por ejemplo, tipos de tags, formatos de almacenamiento de datos, o compresión de los datos.

ISO/IEC 15962 RFID for item management – Protocol: Data encoding rules and logical memory functions:

- Trata de estandarizar el procedimiento que el sistema RFID utiliza para intercambiar información de la gestión a nivel unidad. Establece un formato de datos uniforme y correcto, una estructura de comandos y el procesamiento de los errores.

ISO/IEC 15963 for item management – Unique identification of RF tag:

- La norma se refiere al proceso de registro y uso de la etiqueta RFID. Se diseñó para el control de calidad durante el proceso de fabricación. También está dirigido a la trazabilidad de las etiquetas RFID durante este proceso, su ciclo de vida, entre otras cosas.

3.6.- Normas EPC



Las normas EPC son gestionadas para la organización anteriormente mencionada denominada GS1. GS1 es una organización privada global dedicada a la elaboración y aplicación de normas mundiales, y que mediante estas normas trata de establecer estándares mundiales para la implantación global del RFID.

EPC Gen2 (HF)

- Define los requerimientos físicos y lógicos para un dispositivo de RFID pasivo que opera a un rango de frecuencia de 13,56 MHz
- Este estándar puede ser complementado con la ISO 18000-3
- El estándar hace referencia al sistema compuesta por los lectores y los tags.

EPC Gen2 (UHF)

- Define los requerimientos físicos y lógicos para un dispositivo de RFID pasivo que opera a un rango de frecuencia que oscila entre 860 MHz y 960MHz.
- Este estándar puede ser complementado con la ISO 18000-6.
- El estándar hace referencia al sistema compuesta por los lectores y los tags

Application Level Event (ALE) Specification Version 1.0: estándar desarrollado por EPCglobal que especifica un interfaz a través de la cual se filtra y consolida códigos electrónicos EPC con origen de varios dispositivos.

4.- Valoración de la implantación de un sistema RFID

La decisión de implantar el RFID en una cadena de suministro está basada en una inminente mejora del control de la cadena de trazabilidad y en todos los beneficios que reporta. Sin embargo, su implantación tiene un coste y será necesario analizarlo para realizar la posterior toma de decisiones. Si la implantación no puede estar justificada en términos económicos para una compañía, no se llevará a cabo y consecuentemente se desechará su ejecución.

Muchos factores juegan un rol determinante en la relación entre costes y beneficios de la implantación de la tecnología RFID. Muchos de los costes pueden ser repetidos, como el coste de los tags, impresoras, lectores. Otros pueden ser costes asociados o indirectos, resultado de la implementación del sistema RFID en la empresa, como por ejemplo su mantenimiento.

De manera similar, los beneficios pueden ser directos, como la reducción de inventarios, reducción de pérdidas de artículos o también pueden ser indirectos, como un mejor servicio al cliente debido a la mayor precisión de la cadena de suministro y la capacidad de poder ver en tiempo real, la llegada y salida de las mercancías.

4.1.- Dispositivos del sistema

Los costes del RFID pueden dividirse entre diferentes dispositivos:

4.1.1.- Tags e impresoras

Los tags son de diferentes formas y tamaños, en función de la distinta utilidad que vayan a tener. Tanto si son pasivos o activos, posean o no la capacidad de escribir datos en ellos, tienen unos costes diferentes. Su precio suele estar por debajo del dólar. Por ejemplo, los tag EPC pasivos usados para proveer a Wal Mart tienen un coste de 40 céntimos de dólar aproximadamente.

Impresoras RFID

El precio de una impresora suele ser muy variable, en función de la utilidad que se le vaya a dar, lo sofisticada que sea y su capacidad para aplicar la etiqueta en medios difíciles.

Printronix SL5304R RFID Printer

Esta impresora permite codificar e imprimir diferentes variedades de etiquetas RFID de diferentes tamaños con antenas capaces de soportar los estándares EPC actuales.

Características



Figura 4.1. Impresora Printronix

- Compatible con los estándares EPCglobal Class0, 0+,1, Gen2 y el Philips 1.19, en las frecuencias utilizadas.
- Detección inteligente que evita que los trabajos de impresión sin RFID se impriman en rótulos RFID, eliminando así el gasto innecesario.
- Se incorpora el logotipo de privacidad EPC que simplifica el diseño de los rótulos

y la configuración del sistema.

- Codificador de hardware certificado EPCglobal Gen 2 de múltiples protocolos UHF RFID que cumple los requisitos globales de frecuencia.
- Interfaz de Lenguaje de Marcas Expansibles Printronix (PXML) que permite administrar la impresora y controlar el trabajo en tiempo real.
- Ancho imprimible 4,1" máx. (104 mm) (SL5204r/SL5304r)

Impresora PX6i RFID



Figura 4.2. Impresora Printronix PX6i RFID

Características

- Resistente, totalmente metálica, y productividad superior para imprimir las 24 horas del día, 7 días a la semana, en entornos industriales adversos.
- Ideal para aplicaciones de gran volumen.
- Diseño modular que facilita la integración en aplicaciones de etiquetado automático.
- Lenguajes de impresión seleccionables por el usuario (Fingerprint/Direct Protocol (DP), IPL, ZSim y DSim) en todas las impresoras.
- Conectividad inalámbrica segura: certificados CCX y WiFi® con WPA2.
- Interfaces Ethernet integrada, USB servidor y terminal, y serie como características estándares.
- Cumple con los estándares ISO18000 - 6B 6C/ EPC Gen 2.

4.1.2.- Lectores y antenas

El precio de los lectores, dependiendo del número de antenas que cuentan, oscila entre los 600 dólares y más de 5000 dólares para lectores usados en entornos industriales

48

difíciles. Si queremos poner antenas adicionales su coste suele oscilar entre los 200 y los 600 dólares.

Lectores fijos. Portales

Alien ALX-9010 Portal

ALX-9010



Figura 4.3. Portal fijo Alien

- Aplicación diseñada para los establecimientos comerciales, así como para grandes superficies logísticas.
- Su diseño es de dos torres paralelas que se instalan en los accesos a los establecimientos, y en los puntos clave de control de las grandes naves industriales.
- Al mismo tiempo este dispositivo integra sensores de seguridad, para evitar el robo de bienes, tal y como lo hacen la mayoría de los escáneres de mercancías convencionales. Las características de este modelo son: iluminación de leds en sus líneas laterales cada vez que un cliente sale del almacén con mercancía RFID y una alarma sonora de sustracción de mercancías no pagadas.
- Posee cinco modos de configuración que se ajustan mejor a las necesidades de la compañía.

BlueBean Ruggedized Dock Door RFID Portal (BBPORTAL-DOCK1)



Figura 4.4. Portal fijo BBPORTAL-DOCK1

- El portal está construido en aluminio extruido.

- Se pueden añadir a él antenas añadidas, lectores, luces...
- El tamaño del portal es de 10' x10 '.
- Puede ser construido a medida.

BlueBean Ruggedized RFID Tough Portal (BBPORTAL-SING1)



Figura 4.5. Portal fijo BBPORTAL-SING1

- El portal está fabricado con aluminio extruido.
- Sobre él se pueden añadir y montar antenas, lectores y otros periféricos.

Lectores móviles

FEIG MR101 Reader

MR101



Figura 4.6. Lector móvil FEIG

- Lector compacto de pequeñas dimensiones.
- Se utiliza en aplicaciones de oficina, incluyendo la identificación de archivos y documentos, el registro del préstamo y devolución de libros...
- La distancia de lectura alcanza más de los 30 cm.
- Permite la identificación de múltiples objetos simultáneamente, incluso cuando ellos están envueltos.
- La frecuencia de trabajo es de 13.56 MHz.
- Rango de temperaturas de trabajo es de: -25° C a 60° C.

FEIG 13.56 MHz Handheld Reader

PRH101



Figura 4.7. Lector móvil de mano FEIG

- Se trata de un lector móvil de mano, que permite la lectura y a su vez la escritura en los tags a una frecuencia de trabajo de 13.56 MHz.
- La distancia máxima de lectura y escritura es de 28 cm.
- Es aconsejable su uso en empresas industriales y de logística.
- Rango de temperaturas de trabajo: 0° C a 50° C
- Nivel de humedad máximo: 95%

4.1.3.- Middleware

El coste de un middleware RFID estándar puede variar entre 25000 dólares hasta los 100000 dólares o incluso más, si la aplicación es compleja. El coste del software utilizado depende de la aplicación y las características del ámbito donde se va a utilizar.

Middleware RFID-Savant

El middleware RFID-Savant tiene como objetivo principal conseguir transmitir la información de sus productos desde los dispositivos lectores de EPC hasta todas sus aplicaciones corporativas (sistemas de información estratégicos, sistemas de distribución o sistemas de producción).

Se ha seguido como base de su integración, la propuesta realizada por los laboratorios de Autoidentificación en el EPCGlobal Network. La orientación fundamental que se ha seguido en la integración sigue los siguientes criterios:

Integración vertical. El middleware permite disponer de la información EPC en los diferentes puntos informatizados de su organización. Desde los puntos básicos situados en las entradas y salidas de objetos, hasta las aplicaciones de más alto nivel que le permiten realizar la gestión global de su organización.

Integración horizontal: La aplicación middleware permitirá transmitir la información EPC entre los diferentes procesos para mejorar su sincronización entre las diferentes unidades de negocio.

Integración hacia el exterior: Se facilita el intercambio de información con organizaciones del exterior basándose en la tecnología de interfaces definida en EPCglobal. Ya sea para transmitir esta información o para recibirla de otros.

Middleware RFID Data Suite

El Middleware RFID Data Suite es un producto creado por la empresa Dipole, para recoger y controlar con coherencia todos los datos obtenidos por los lectores RFID a lo largo de la cadena y transmitirlos al sistema de gestión empresarial o gestionarlos de manera independiente.

Funciones básicas:

- Controla todo tipo de dispositivo RFID y captura sus datos con gran rapidez y eficacia.
- Controla de forma centralizada todas las fuentes internas y externas de datos RFID.
- Controla la coherencia de los datos obtenidos a través de las diferentes partes de su cadena.

Este Middleware consta de tres módulos básicos con funciones claramente diferenciadas: EDGE, DESK y ANALYTICS.

RDS EDGE, para gestionar los datos y todo tipo de dispositivos allí donde se encuentran.

RDS DESK, para coordinar los diferentes escenarios de capturas de datos que deben trabajar coordinados.

RDS ANALYTICS, para obtener las tablas y análisis que nos permitan tomar decisiones on-time.

Varios módulos EDGE pueden funcionar de forma independiente o coordinarse con un módulo DESK ubicado preferiblemente en un mismo punto geográfico. Para coordinar varios puntos geográficos se utiliza un módulo llamado MASTER CONTROL.

Dispositivos RFID Soportados

Rag-Reader, Intermec, Impinj, Alien, Motorola, Caen, Omron.

Impresoras de etiquetas y tags

Zebra, Intermec, Datamax, Sato y TEec.

Dispositivos de captura de datos

Manuales, fijos y de carretilla

Comunicaciones via, wifi, bluetooth, Ethernet...

4.1.4.- Soporte y mantenimiento

El mantenimiento del conjunto de la aplicación debe ser periódico para garantizar el buen funcionamiento del mismo. Además se debe permanecer en contacto directo con el servicio de mantenimiento, para poder hacer frente a las posibles consultas y averías.

Una buena regla para hacer frente a un proyecto de RFID, es destinar alrededor de un 8% del total presupuesto anual ("A cost benefit analysis of radio frequency identification implementation at the naval postgraduate school's Dudley Knox Library") para los costes de mantenimiento y apoyo.

4.2.- Los beneficios

Los beneficios de la implantación de un proyecto RFID pueden ser tangibles como son aquellos basados en el tiempo (reducción de costes gracias a la reducción de tiempo gracias a la auto identificación), o a la reducción problemas de rotura de stocks o menor porcentaje de lecturas erróneas. También pueden ser estratégicos, como resultado de un posicionamiento innovador de la empresa, consiguiendo una mejor imagen de marca y haciendo denotar al cliente la calidad de los productos.

Algunos ejemplos de beneficios reportados de una implantación de un sistema RFID son los siguientes:

En una empresa italiana llamada Parmacotto donde se ha realizado una implantación de la tecnología RFID, las lecturas correctas de paquetes ascienden al 93 por ciento y el stock de Parmacotto se ha visto reducido en un 30 por ciento, lo que ha supuesto un beneficio de más de 52.000 euros. Además el ahorro en uno de sus almacenes en Calcinante puede llegar a un millón de euros.

Otro claro ejemplo es el que se ha producido en Wal-Mart que es la mayor cadena de distribución del mundo. Según expertos en logística, “El almacenamiento se optimiza un 30 por ciento y el inventario es más preciso, reduciendo la cantidad de devoluciones y el stock”, además ha cuantificado los beneficios: 22,8 millones de dólares en gasolina por año al mejorar la gestión del stock.

II-.Casos prácticos de aplicación del RFID

5.- Estudio RFID en los principales sectores industriales

5.1.-Introducción

El RFID está teniendo una paulatina inmersión en todos los sectores industriales existentes. Con más o menos éxito, las empresas van analizando la posibilidad de implementar el sistema RFID como método para conseguir llevar la trazabilidad total de todos sus productos. Actualmente la implantación en las empresas se encuentra algo parada; sin embargo se prevé que una vez que la industria se recupere de la crisis, el despegue de la tecnología será inmediato.

En este apartado realizaremos una diferenciación en dos grandes grupos. En el primer gran grupo se agruparán los casos prácticos procedentes del sector agroindustrial que serán objeto de nuestro posterior estudio en el proyecto. En el segundo gran grupo se estudiarán con menos detenimiento el resto de sectores industriales. Nos centraremos en especial en el sector agroindustrial debido a la gran relevancia que tiene el sector en Navarra, al ser una región con una gran cantidad de productos de calidad y bastantes denominaciones de origen. Por otro lado, tras la entrada en vigor del reglamento de trazabilidad alimentaria en España, las compañías de los sectores agrícolas, especialmente las empresas productoras-comercializadoras, han tenido que realizar un gran esfuerzo por cumplir el reglamento, utilizando los medios correspondientes. También tratan de convertir las inversiones tecnológicas, en nuevas ventajas competitivas y añadir mayor calidad y seguridad en sus procesos de negocio. Además, en este apartado prestaremos un especial interés a los dispositivos RFID utilizados por las empresas, que nos servirán de ayuda para nuestra posterior aplicación práctica del RFID en una empresa del sector.

En el segundo grupo, mostraremos casos prácticos del resto de sectores industriales que también están incorporando el RFID como método de trazabilidad para todos sus productos. Haremos una incursión en variados sectores como: el sector de la automoción, el sector textil, el sector farmacéutico, el sector de la distribución...

Con todo esto realizaremos un análisis práctico de la situación actual del RFID en la industria y de qué manera se han beneficiado las empresas de la implantación de la tecnología.

5.2.-Casos de éxito prácticos en el sector agroindustrial

5.2.1.- La empresa Fresón de Palos

Introducción

La Sociedad Cooperativa Andaluza Santa María de la Rábida es la propietaria de la conocida marca comercial Fresón de Palos, líder mundial en producción de fresas de calidad. La cooperativa representa la más importante organización de productores de fresón, con más de 195 socios, 1.000 hectáreas cultivadas y más de 30.000 m² repartidos en dos centrales hortofrutícolas, almacenes e instalaciones de suministros, cámaras frigoríficas, oficinas y edificio social, fábrica y almacenamientos de envases, así como 157 hectáreas de viveros propios en Palencia y Ávila.

Fresón de Palos suministra la fruta directamente a las grandes y medianas superficies, mercados mayoristas y minoristas. Para ello cuenta con un equipo propio de logística y distribución. Los fresones de Fresón de Palos se distribuyen a nivel nacional, pero también fuera de nuestras fronteras como Francia, Alemania, Italia, Inglaterra o Portugal. Por esta razón se da importancia a una perfecta logística y distribución de la fruta.

La fresa es un producto perecedero y muy sensible a la temperatura, dónde la rapidez y la correcta manipulación del producto son fundamentales para su perfecta conservación.

La solución RFID

Las fresas se manipulan y confeccionan en el mismo día. Todo se inicia cuando los trabajadores realizan la recolección de la fresas con cajas. En las instalaciones de la empresa se realiza la recepción de las cajas con las fresas recolectadas, convenientemente preseleccionadas y envasadas (en la bandeja de plástico). Aquí se inicia un proceso automatizado de etiquetado e impresión de albarán para el socio, vía terminales de mano CN2 de Intermec (dispositivos de lectura/escritura que se especifica a continuación), donde se ha desarrollado un software a medida que indica qué producto entra, de dónde viene y el propietario del campo. Llegan a indicar la fase del tratamiento aplicado a la fresa que se está recibiendo.

Una vez recibido y revisado el pallet de fresas, éstos se dirigen a las cámaras de preenfriado de materia prima. Posteriormente se enviará a la zona de confeccionado donde se preparan los pallets para el pedido del cliente. Al finalizar, se imprimen las etiquetas EAN-128 y se adhieren al pallet. A partir de este momento, los pallets son distribuidos entre las 17 cámaras de preenfriamiento, ó la zona de precámara según el cliente y destino que tengan. Cuando la cámara está llena, se cierra durante unas horas

para que el producto alcance la temperatura idónea para su carga, proceso que se realiza a través de los 5 muelles de carga que dispone la instalación. En cada cámara se dispone de un muelle de carga para cada camión.

Fresón de Palos utilizaba la tecnología de código de barras con el estándar EAN-128 para la identificación de la trazabilidad de los pallets. La necesidad de leer el código de barras directamente, obligaba a los trabajadores a leer constantemente el código de barras a través de lectores de mano en cada una de las manipulaciones que hacían. Este proceso les hacía ir muy lentos. Por ejemplo, un carretillero que tenía que poner el pallet en la cámara de preenfriamiento tenía que bajar de la carretilla, buscar el código de barras y leerlo con su pistola de mano y después meter los datos correspondientes al sistema, lo cual suponía un gran coste en tiempo y la posibilidad de que se produjeran una gran cantidad de errores.

La empresa JSV Sistemas de RFID SL, proveedora del sistema de trazabilidad de la empresa, les mostró las capacidades y ventajas de la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Se tuvo en cuenta la no necesidad de visibilidad directa del código para su identificación, así como la mayor rapidez y fiabilidad en la identificación de los procesos al no necesitar de una intervención humana para registrarlos. Los responsables decidieron que había que implantar el RFID en la empresa.

La solución RFID definitiva que se implantó fue a nivel de pallet, ya que es la unidad que mueve e identifica la empresa para sus envíos. Se decidió añadir un tag RFID en la etiqueta convencional de EAN-128 que incorpora cada uno de los pallets. Las impresoras tradicionales se actualizaron a modelos duales con capacidad de imprimir el código de barras y codificar el tag RFID integrado. De esta manera la etiqueta EAN-128 que se adhiere al pallet, permite la dualidad de sistemas. Las impresoras instaladas en los 5 puntos de impresión son del modelo PX6i con Kit RFID de Intermec. Al finalizar el proceso de impresión y etiquetado se verifica que la codificación de la información sea correcta y que el tag no presente ninguna anomalía.

Para gestionar y controlar el paso de todos los pallets en los puntos importantes, las cámaras de preenfriamiento y los muelles de carga, se han instalado portales de lectura, con antenas y lectores, para identificar los pallets a su paso. Así queda registrado en tiempo real cuándo un pallet se introduce en la cámara de preenfriamiento, especificando en cuál de ellas, o cuándo éstos se han cargado al camión. Gracias a dicha precisa información se puede realizar una gestión de stocks por cámara, se puede saber qué pallets y a qué cliente corresponde cada uno de ellos, qué pallets se cargan y si lo hacen por el muelle correcto, etc.

Los portales están compuestos por dos antenas situadas en la parte superior ó lateral de la puerta de la cámara. Están interconectadas al lector que envía la información recogida al middleware, que filtra y muestra la información a los sistemas de gestión. Las antenas utilizadas son de polarización circular de la marca Intermec y los lectores son del modelo IF5 también de Intermec.

Esta infraestructura permite que el sistema de gestión SAP se actualice automáticamente, por ejemplo, dando de baja los pallets que son cargados en los camiones, actualizar inventarios, verificar los datos lógicos con los físicos, etc.

La empresa utiliza el software de gestión empresarial SAP, que está totalmente integrado con el software de trazabilidad de JSV, que al mismo tiempo se integra con el sistema RFID a través de un middleware a medida desarrollado por la propia empresa JSV. De este modo el SAP conoce, registra y procesa todos los datos importantes que informa el sistema RFID, como pallets cargados para dar de baja, pallets metidos en la cámara de preenfriamiento, etc.

Beneficios obtenidos

Los beneficios más destacables son la posibilidad de poder gestionar y controlar con precisión todo el inventario de mercancías en tiempo real. También la consecuente reducción de costes, ya que ahora los carretilleros no necesitan parar y bajar para realizar la lectura del código de barras. Antes, todo era un trabajo manual de comprobación, de eliminación de errores, etc. Esto provocaba muchos errores, además, el carretillero ahora puede centrarse en su trabajo de movimiento y carga de mercancías, obteniendo por tanto, un mayor rendimiento por carretilla, aumentando la capacidad de carga al final del día. La eliminación o reducción al máximo de estos errores han incrementado notablemente la precisión de datos, que permite a los responsables correspondientes tomar las mejores decisiones posibles en sus procesos.

Otra de las ventajas que nos presenta el sistema, es el control exhaustivo de los distintos tiempos de permanencia en las cámaras de preenfriado por cada uno de los pallets que componen cada envío. Combinando esta información con los datos de temperatura y humedad de cada una de las cámaras, tenemos una información importantísima para asegurar la cadena de frío, requisito imprescindible para una mayor calidad del producto.

www.rfid-magazine.com, año 2008

Dispositivos utilizados

Intermec CN2 – Terminal de recolección de datos manual



1.720,00 € (www.barcode-shop.es, Mayo 2010)

Figura 5.1. Lector manual Intermec CN2

El CN2 es un terminal portátil de pantalla táctil de gran resistencia para captura de datos. Incorpora el sistema operativo Microsoft® Windows® CE .NET y un procesador Intel™ XScale™ PXA255. El diseño ergonómico y el tamaño reducido (cabe en el bolsillo de la camisa) convierten al CN2 en un terminal adecuado para el trabajador móvil.

Permite la recolección de datos manualmente, tanto de códigos de barras como de tags de radio frecuencia en tiempo real.

Impresora PX6i RFID



4.590,00 € (www.barcode-shop.es, Mayo 2010)

Figura 5.2. Impresora Printronix PX6i RFID

Características

- Resistente, totalmente metálica, y productividad superior para imprimir las 24 horas del día, 7 días a la semana, en entornos industriales adversos.
- Ideal para aplicaciones de gran volumen.

- Diseño modular que facilita la integración en aplicaciones de etiquetado automático.
- Lenguajes de impresión seleccionables por el usuario (Fingerprint/Direct Protocol (DP), IPL, ZSim y DSim) en todas las impresoras.
- Conectividad inalámbrica segura: certificados CCX y WiFi® con WPA2.
- Interfaces Ethernet integrada, USB servidor y terminal, y serie como características estándares.
- Cumple con los estándares ISO18000 - 6B 6C/ EPC Gen 2.

IF5 Intellitag Lector fijo



3,509.00 \$ (www.scansource.com, Mayo 2010)

Figura 5.3. Lector fijo Intermec IF5

- IF5 puede leer y escribir en etiquetas RFID.
- Capaz de filtrar los datos entrantes de una etiqueta y de enviar sólo la información pertinente al servidor de aplicaciones.
- Lector IF5 montado en un arco fijo puede programarse para leer el campo de “destino” en todas las etiquetas que pasen por el portal.
- Permite la lectura y filtro de información de cualquier etiqueta RFID de cualquier fabricante.
- Software configurable para leer y escribir en etiquetas RFID EPC Gen 2 e ISO.
- Configurado en fábrica puede trabajar en bandas de RFID de 865 MHz, 869 MHz, 915 MHz ó 950 MHz.

5.2.2.- Cosiva, empresa de cítricos

Introducción

La empresa COSIVA, cooperativa especializada en cítricos (naranjas y mandarinas) ha optado por una solución basada en RFID para resolver sus necesidades de trazabilidad y mejorar notablemente el resto de procesos administrativos y comerciales.

Entre los retos planteados por el mercado a COSIVA en los últimos años no sólo se encontraban los requerimientos que exigía el reglamento de trazabilidad, sino que también necesitaban mejorar numerosos procesos, tanto operativos como administrativos. Todo ello llevaba a buscar una nueva solución de trazabilidad y a un nuevo sistema de identificación automática.

La solución RFID

En el año 2006 se empezó a experimentar con identificación por radiofrecuencia (RFID) y a adaptar los procesos a esta nueva tecnología. Mesurasoft, la compañía que había desarrollado la aplicación software de trazabilidad, contactó con Intermec y planteó las necesidades y problemáticas que había que resolver. Se trataba en definitiva de implantar un sistema de identificación fiable, flexible y económico, que garantizara una gestión de la trazabilidad completa desde la zona de descarga utilizada por los agricultores, hasta la entrada de la mercancía en la zona de producción. Además, era necesario asegurarse de que los chips podrían aguantar golpes, líquidos y cualquier otro problema de este tipo de entornos. Deberían ser reutilizables y que los sistemas de lectura fueran, no sólo fiables, sino que permitieran a la compañía trabajar en tiempo real.

Mesurasoft e Intermec propusieron a COSIVA una solución basada en lectores fijos de última generación IF4, IF5 y terminales portátiles IP4.

Funcionamiento del proceso

Una vez que llega un camión con mercancía del campo, un operario, ayudado de un terminal de mano, introduce los datos relativos al mismo: productor, variedad, transportista, clasificación de calidad, calibre, e incluso la parcela concreta de donde procede el producto. Esa información se registra en la base de datos del sistema y se asocia a un tag (mediante un lector IF4), que a partir de ese momento acompañará, al producto por las siguientes fases: pesado, entrada en cámaras y/o en el proceso de clasificación y producción, momento éste donde el tag se da de baja y se recupera para una nueva identificación.

La unidad logística que lleva asociada la información es el pallet y se eligió un sistema de circuito de tags recuperable. Es decir, cuando llega la fruta al almacén se le da de alta incorporando un tag donde lleva asociada la información de trazabilidad. Este tag permanece en el pallet mientras se encuentra con fruta y en el momento de su incorporación a la línea de confección se recupera y se da de baja hasta que se añade a una nueva remesa. En cada zona del almacén donde se necesita tener identificada la fruta se han instalado lectores RFID de la gama IF5.

Beneficios obtenidos

Tras varios meses en funcionamiento, los resultados han resultado ser satisfactorios. Existe un 100% de lecturas válidas, lo que indica la fiabilidad del sistema. Por otra parte, se han conseguido ‘cuadrar’ dos datos muy importantes para la actividad: la mercancía que entra de cada socio y la posterior liquidación una vez que sale el producto. Este aspecto es vital, ya que con los sistemas de identificación anteriores se tenían bastantes problemas. Un tercer aspecto es haber eliminado casi por completo la intervención humana de los procesos. Salvo la entrada de datos inicial, que sí requiere una persona cualificada, el resto de los procesos son automáticos: pesaje, elaboración de albaranes, entrada en cámaras y volcado a clasificación y empaquetado, por lo que el producto no se habrá visto expuesto a ningún problema relacionado con la mano de obra.

www.rfid-magazine.com, año 2007

Dispositivos utilizados

IF5 Intellitag Lector fijo



3,509.00 \$ (www.scansource.com, Mayo 2010)

Figura 5.4. Lector fijo Intermec IF5

**Las características ya están especificadas con anterioridad.*

IF4 Lector fijo

1,873.70 \$ (www.barcodesinc.com, Mayo 2010)

Figura 5.5. Lector fijo Intermec IF4

- Dispositivo periférico inteligente, con capacidad de filtrado interno para reducir el tráfico de la red.
- Software configurable para leer y escribir en etiquetas EPC Class 1, EPC Gen 2 e ISO.
- Se puede configurar en fábrica para funcionar en bandas RFID 865 MHz, 869 MHz, 915 MHz.
- Supervisa y controla directamente detectores de presencia y luces de señales.
- Firmware descargable para la migración a ISO 18000-6c.
- Puede ser montado sobre un arco fijo, posibilitando la lectura de los tags que pasan por él.

Lector RFID portátil IP4

1,706.00 € (www.ahearnonline.com/storefront)

Figura 5.6. Lector portátil de mano Intermec IP4

- Capacidad de lectura/escritura RFID móvil para el terminal portátil.
- Tecnología de radio multiprotocolo válida en todo el mundo.
- Ideal para lectura.
- Disponible para bandas de frecuencia UHF en todo el mundo.
- La antena polarizada circular integrada lee etiquetas en cualquier orientación.
- La antena lineal opcional aumenta el alcance de lectura

5.2.3.- La Implantación del RFID en Leche Pascual

Introducción

Los objetivos del proyecto se centraban en implantar un nuevo sistema que garantizara la trazabilidad completa de los huevos desde la granja, hasta la fábrica y que además facilitara las tareas de los trabajadores.

Leche Pascual procesa 1.600.000 huevos diarios en su fábrica y su trazabilidad es bastante compleja. La empresa tenía cubierta la trazabilidad a partir del proceso de rompedora de huevos ubicado en la fábrica, pero les faltaba mejorar la trazabilidad de los huevos desde la granja hasta la fábrica. Los huevos son transportados en carros con una capacidad de unos 20.000 huevos, todos de la misma granja o nave, es decir, con las mismas condiciones. Por este motivo cuando se planteó el proyecto se pensó en implantar un sistema RFID que siguiera y gestionase los carros, activos reutilizables de Leche Pascual.

Solución RFID

- Antenas UHF RF660A de Siemens
- Tags UHF para montar en carros de Caen RFID, proveedor italiano de hardware
- Antenas UHF RF600 de Siemens
- Ordenador Microbox, diseñado para los camiones
- Software Simatic IT (MES)
- Red inalámbrica de comunicación: GPRS, SMS y WiFi.

Funcionamiento del proceso

Leche Pascual inicia su trazabilidad en las mismas granjas donde se recogen los huevos, considerando cada una de las naves o granjas como una única gallina. Todos los huevos que se producen en la granja son embandejados mediante soportes de plástico y colocados en un carro de transporte.

Cada carro lleva un tag RFID UHF encapsulado preparado para entornos metálicos, que es el DNI o identificador del carro y portador de los datos. El sistema asigna el número de identificación con todos los datos necesarios como granja, nave, fecha, hora de recogida y cualquier otra información que se estime oportuna.

Esta información de cada carro, de cada nave y de cada planta se envía en tiempo real a la fábrica por comunicación GPRS o mediante mensajes SMS de móvil con lo que se dispone de informes de producción inmediatos y de los stocks disponibles.

En la granja, una instalación inalámbrica comunica a los camiones la información sobre los carros que deberán cargar en sus recogidas diarias.

Los camiones disponen de 3 antenas lectoras RFID y un ordenador personalizado para el proyecto, con la aplicación de gestión. Cuando el camión abre las puertas, las antenas se ponen en disposición de lectura de los tags que llevan los carros que se van cargando, y demandan al ordenador de la granja, vía inalámbrica, los datos de trazabilidad para esos carros. En los desplazamientos, los camiones están controlados por GPS y se registra su temperatura, sus paradas y si se abren las puertas.

Al llegar a la fábrica y descargar los carros, se envía la información al sistema, que los chequea con los que recibió vía SMS o GPRS. Da la conformidad si todo es correcto y coincide. A continuación cada carro se sitúa uno a uno en la báscula por el operador y el sistema asocia automáticamente el peso y la cantidad al tag, lo que servirá para el pago a los proveedores.

Cuando un operador posiciona un carro para su paso a producción, las antenas leen el producto identificado, verifican que no tiene bloqueo por control de calidad y le da vía libre para el siguiente proceso. Una baliza advierte en caso de no poder procesar el carro y se inmoviliza. A partir de aquí los datos se unen al Sistema Integral de Gestión de Planta (SIGP) con toda la trazabilidad de materiales de envase y parámetros de las máquinas controladas automáticamente por el sistema.

Beneficios obtenidos

- Trazabilidad completa desde la granja hasta la fábrica e integración con el SIGP.
- Control de calidad más exhaustivo.
- Reducción de mermas por cuarentenas de calidad.
- Automatización de procesos: mayor productividad.
- Eliminación de errores de carga y descarga en el transporte.
- Mayor seguridad y precisión en el pago de proveedores de la empresa.

www.rfid-magazine.com, año 2006

Impacto en los medios de comunicación

El hecho de que Leche Pascual haya optado por implantar la tecnología RFID en algunos de sus procesos ha supuesto un gran impacto en los medios de comunicación, aportándole unos grandes beneficios de imagen de marca, empresa puntera tecnológicamente...Entre los datos más destacados aparecen los siguientes:

- Al introducir Leche Pascual RFID en el buscador Google, se aprecian 1780 entradas que aportan información sobre Leche Pascual y el RFID. Se consigue una imagen de empresa puntera en nuevas tecnologías que apuesta por la innovación.
- La utilización de la publicidad en televisión como modo de hacer ver a los demás que se trata de una empresa líder, que desea aportar la mayor calidad posible a sus productos, cumpliendo con los estándares de calidad. Esta publicidad consigue una mejor colocación de la empresa con respecto a sus rivales competitivos.

Dispositivos utilizados

Tags UHF para montar en carros

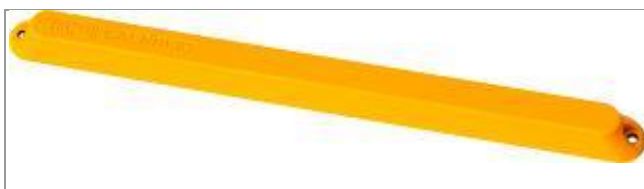


Figura 5.7. Tag UHF marca CAEN

- Buena actuación al incorporarlo a gran variedad de materiales
- Rango de lectura, más de 9 metros
- Tag pasivo que permite lectura y escritura

- Compatible con EPCglobal Gen2
- Rango de frecuencia 870 MHz.

5.3.- Otros sectores industriales

5.3.1- El sector de la automoción. Empresa Valtra

Introducción

Valtra es una empresa dedicada a la fabricación de tractores, que mantiene una posición estratégica importante, debida gracias a su importancia en los países nórdicos y a su popularidad en Latinoamérica, donde es la segunda mayor empresa. La empresa ha conseguido automatizar los procesos de provisión y gestión de materiales con RFID en sus plantas de fabricación de tractores, que mejora la visibilidad del flujo de materiales y la disponibilidad de éstos en fábrica. Este sistema RFID consigue activar de manera automática, órdenes de reposición a los proveedores basándose en los movimientos de consumo de materiales. Este control del consumo se consigue mediante distintos sistemas de control que se ponen en práctica en toda la fábrica.

La solución RFID

La recepción de mercancías se automatiza con cintas transportadoras que poseen lectores RFID y con portales que cuentan con dispositivos RFID, de manera que permite conocer los niveles de stock en tiempo real. De este modo se consigue una mejora en la eficiencia de la gestión de materiales, reduciendo los errores manuales, gracias a la automatización del proceso. Gracias a la información en tiempo real aportada por el sistema de gestión, se consigue evitar grandes contratiempos como son la escasez de materiales, y en el peor de los casos, la rotura de stocks.

En particular, el sistema empleado por Valtra para la automatización del proceso de gestión de stocks, se basa en carretillas elevadoras que tienen lectores de RFID que leen los pallets que contienen los materiales que se transportan hacia el área de consumo, activando automáticamente órdenes de aprovisionamiento. Los pallets contienen etiquetas RFID reutilizables. El software del RFID utilizado es de *Vilant*, que controla los lectores RFID e integra la misma en el sistema ERP de Valtra.

Beneficios obtenidos

Gracias a este sistema de gestión, se consigue una clara visión del flujo de materiales, mejorando la disponibilidad de los materiales en la fábrica. La automatización de los procesos de recepción de pedidos, gracias a las cintas transportadoras y portales de entrada, ahorra costes de personal en el proceso de entrada del producto. Además, se reducen costes gracias a la mayor precisión que supone el conocimiento de los

movimientos de las mercancías en tiempo real, consiguiendo que la información de los inventarios sea más precisa. En general, el sistema RFID mejora muchas áreas del flujo de materiales. El perfeccionamiento del flujo de materiales es uno de los componentes clave de la modernización de la metodología en la producción.

Timo Husso, responsable de la cadena de suministro de Valtra, ha informado de que se va a ampliar el desarrollo del RFID a nuevas áreas. El sistema RFID de Valtra se basa en el software RFID Vilant Sever 5 y en productos de hardware RFID de Vilant.

5.3.2.- El sector textil. Empresa Yebane

Introducción

Yebane es una empresa dedicada a la elaboración de tejidos, tanto para el mercado nacional como el internacional. Tienen una producción de más de 7.000.000 de metros y cuanta apoyo de actividades de I+D, que permite ser competitivos en el mercado internacional. Además, con el fin de dar un rápido servicio a los clientes de cualquier parte del mundo, siempre hay un stock disponible de más de 1.000.000 metros de tejido.

Dispone de una amplia superficie de almacenaje de piezas textiles, teniendo un almacén bien organizado y estructurado. Hasta el momento se realizaban las tareas de identificación a través de lecturas de códigos de barras, pero suponía un esfuerzo lento y en algunas ocasiones sin precisión, lo cual provocaba ineficiencias. Consecuentemente se introdujo la tecnología RFID, la cual permite la lectura unitaria de cada pieza textil sin necesidad de visión directa, a distancia y de manera múltiple.

La empresa ha implantado un sistema de identificación y trazabilidad de piezas textiles a lo largo de todas sus instalaciones, empleando la tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID. El proyecto se presenta como la primera implantación de tecnología RFID en el sector industrial textil, consiguiendo involucrar todos los elementos de la cadena de valor de la empresa.

La solución RFID

La implantación de RFID en los procesos logísticos contaba con unos objetivos definidos que eran:

- Optimizar las entradas de piezas en la recepción.
- Seguimiento y localización de piezas textiles entre los almacenes de la empresa.
- Mejorar los tiempos empleados en la expedición de pedidos hacia los clientes.

La introducción de la tecnología se da con la inserción del tag RFID en la propia pieza textil en el interior del tubo de cartón que sirve como sujeción del tejido. Una vez éstas han sido identificadas, se llevan de nuevo al proceso productivo para realizar el resto de procesos hasta la expedición.

A través de un arco de lectura RFID móvil, se pueden dar de alta rápidamente todas las piezas textiles que entran en las instalaciones Yebane. La tecnología RFID empleada en el arco de lectura RFID móvil es un interrogador equipado con tecnología Wifi, el cual se encarga de gestionar las lecturas realizadas por las cuatro antenas de lectura RFID.

La logística interna de la empresa se encuentra controlada a través de la disposición de arcos de lectura RFID entre las zonas de cambio de almacén. Las piezas transportadas en carretillas, cuando atraviesan un arco de cambio de almacén, son descontadas del almacén del que provenían y pasan a formar parte del stock en el almacén al que entran. Se pueden distinguir el almacén de entradas, el almacén general, almacén de producto para metraje y almacén de expedición, donde se almacenan las piezas y pedidos listos para ser servidos al cliente.

El último de los objetivos establecidos por Yebane en la implantación de la tecnología RFID era el de mejorar los tiempos empleados en la expedición de los pedidos hacia los clientes. A través de arcos de lectura RFID se consigue cargar los camiones en menor tiempo y de una manera más exacta, evitando errores en la preparación de los pedidos a expedir y en su posterior carga en el interior del camión; ya que el propio arco informa si realmente el pallet introducido pertenece al pedido a expedir.

Beneficios obtenidos

La empresa ha mejorado sus tiempos de recepción de mercancía y en el traspaso de piezas textiles entre almacenes. Gracias a la tecnología es posible abarcar una mayor cantidad de pedidos y clientes y por lo tanto seguir con el crecimiento de la empresa.

El avance hacia la tecnología RFID ha aportado una mejora considerable en la gestión logística interna de las piezas textiles, disponiendo en todo momento de información detallada de la situación en tiempo real de los niveles de stock en el almacén. Las tareas de identificación manual del código de barras han sido eliminadas, dando lugar a rápidas lectura de los tags introducidos en las propias piezas textiles.

Los dispositivos de lectura instalados facilitan las operaciones de lectura a los operarios. Éstos ya no tienen que preocuparse de detenerse entre almacén y almacén para localizar el código de barras e identificarlo con la pistola de código de barras. Todos los datos son transferidos por red inalámbrica wifi, a un software de gestión que controla en tiempo real los movimientos de los materiales por la fábrica, su estado, el nivel de stock....

La empresa dispone de un completo sistema de identificación y trazabilidad de sus piezas textiles, siendo la primera empresa nacional dedicada al sector textil que dispone de un sistema tan avanzado para el control de sus rollos de tejido. Esto supone un factor de diferenciación respecto a la competencia, lo cual es valorado por los clientes.

5.3.3.- El sector de la distribución. Grupo DISBER



Figura 5.8. Lote navideño Duisber

Introducción

El GRUPO DISBER es la primera empresa nacional en obsequios de Navidad. Se dedica a la producción, distribución y comercialización de lotes navideños. La empresa posee unas modernas instalaciones y sistemas de gestión empresarial que permiten garantizar las entregas de sus productos en el plazo deseado. La sede cuenta con cinco naves industriales, que suman 75.000m², lo cual supone una gran superficie. Además cuenta con 100 distribuidores para tratar de abarcar toda España.

La empresa siempre ha considerado fundamentalmente evolucionar tecnológicamente en todas las áreas de la empresa. Por esta razón, decidieron implantar la tecnología RFID a través de la empresa TAG Ingenieros Consultores, S.L. En este contexto se dispuso del equipamiento de radiofrecuencia necesario para la identificación y trazabilidad de los lotes y cajas de Navidad.

En cada campaña se producen un millón y medio de lotes y cajas de Navidad, los cuales serán transportados en alrededor de 80.000 pallets por las instalaciones. Con el proyecto RFID lo que pretende la empresa es determinar exactamente la trazabilidad de estos lotes navideños desde la fase de producción hasta la de expedición, extendiendo la trazabilidad hasta el control de las devoluciones. Esto engloba la preparación de los lotes, el paletizado, el retractilado de pallets, su traspaso entre almacenes, su almacenamiento temporal y su expedición hacia distribuidores y clientes.

El principio del proyecto consiste en la localización e identificación de los lotes, mediante la colocación de una etiqueta RFID, consiguiendo hacer un seguimiento del producto a lo largo de los distintos almacenes.

La solución RFID

La producción diaria de pallets suele estar alrededor de 600 pallets de cajas y lotes de Navidad producidos al día. A continuación, se observa el flujo de procesos que hay desde la orden de producción hasta que se expiden los lotes navideños.



Figura 5.9. Diagrama de procesos de la empresa Disber

Impresión y codificación de etiquetas. El primer proceso dentro del proyecto de implantación de la tecnología RFID consiste en la impresión y codificación de la información asociada a cada una de las cajas y lotes navideños. Para realizar esta operación se cuenta con una impresora capaz imprimir etiquetas RFID que permiten en procesos posteriores escribir sobre ellas. Como se ha dicho, las etiquetas no llevan la información determinada por la impresora, sino que se imprimen y posteriormente se codifica la información durante el proceso de producción.

Etiquetado de cajas y lotes. El primer paso del proyecto se ubica en el etiquetado RFID de los lotes de Navidad. El tag RFID se ha integrado en la etiqueta adhesiva que actúa de sello de garantía. Una vez las cajas y lotes han sido identificadas cada una con su codificación, dotando a la etiqueta con la información necesaria para identificar cada lote, se paletizan y transportan al área de retractilado, punto de validación en la cadena de trazabilidad, mediante la utilización de la tecnología RFID.

Retractilado de pallets. En esta área se realiza la primera validación de las cajas y lotes producidos, lo que conduce a dar de alta el pallet como producto de la empresa, quedando recogido por el Sistema de gestión de productos que tiene la propia empresa. Esto se consigue mediante la lectura de las etiquetas RFID por los lectores durante el proceso de retractilado. Mientras el pallet gira sobre la plataforma de la retractiladora, se asocian todos los lotes a un pallet y se le asigna la información sobre su producción: mesa, turno, operario, hora, fecha...

Traslado entre almacenes. Tras validar y reconocer las cajas y lotes que componen los pallets, se traslada a los almacenes, a través de túneles automatizados, donde se lleva a cabo una nueva lectura del RFID, que hace constancia del cambio de almacén por parte del producto.

Preparación de pedidos. La preparación de los pedidos a servir a los distribuidores o clientes se realiza a través de terminales de lectura RFID de mano, con los que se ha mejorado el picking de las cajas y la consolidación de los pedidos preparados en las zonas habilitadas para ello.

Expedición. El último punto del proyecto de implantación RFID en GRUPO DISBER es la expedición de los pallets preparados hacia los distribuidores y clientes. Para ello, se requería de un sistema de lectura que resultara móvil en la zona de expedición y entre los muelles de carga y descarga de camiones. Para ello TAG Ingenieros diseñó un arco de lectura RFID móvil. Se han construido 12 arcos de lectura RFID móviles especialmente diseñados para las necesidades de la empresa, los cuales se emplean a lo largo de las cinco naves de almacenamiento y expedición de GRUPO DISBER. A través del arco de lectura RFID móvil se pueden realizar las expediciones de pedidos sin cometer errores en la carga del camión.

Seguimiento. Gracias a la tecnología RFID se puede realizar un seguimiento de cada una de las cajas o lotes de Navidad etiquetados, por lo que se obtiene una total trazabilidad a lo largo de todo el proceso de producción, almacenamiento y expedición. Además, es posible en caso de devolución, conocer en qué momento se produjo la caja o lote de Navidad, e incluso saber a qué procesos fue sometida o cuando se procedió a su expedición.

La tecnología RFID aporta a GRUPO DISBER un sistema de información en tiempo real, automatizando las tareas de identificación y control de productos en toda el área de la empresa. Se evitan así posibles errores en el recuento o localización de pallets o lotes y cajas.

Beneficios obtenidos

Seguimiento y trazabilidad de cajas/lotes a nivel individual. La trazabilidad que se obtiene con la tecnología RFID permite conocer los detalles de cada caja o lote de navidad.

Completa gestión del almacén. El almacén se encuentra totalmente controlado por el sistema RFID y la información se dispone en tiempo real, pudiendo conocer en todo momento la situación en la que se encuentra la empresa.

Reducción de los tiempos empleados en la expedición de mercancía. La venta de lotes y cajas de Navidad se trata de un negocio estacional concentrado en unos pocos meses. Resulta imprescindible disponer de una rapidez y agilidad en la carga de camiones y medios de transporte con tal de abastecer a los más de 100 distribuidores y clientes a tiempo.

Mayor control de calidad de las cajas/lotes. Las cajas y lotes de Navidad se encuentran en todo momento controlados e identificados por lo que se obtiene un mayor control de la calidad de las mismas.

Reducción de los errores producidos por operarios. La automatización introducida por la tecnología RFID reduce el número de errores cometidos por operarios.

Sistema de seguridad y anti-hurto de cajas y lotes. Se han reducido los robos de cajas y lotes ya que éstos se encuentran equipados con tags RFID, indetectables a simple vista.

Reducción de las reclamaciones y devoluciones. Gracias a los nuevos sistemas de validación y expedición no se producen reclamaciones ni devoluciones por errores.

5.3.4.- El sector farmacéutico

Hace algunos años los expertos vaticinaban un gran auge de la tecnología RFID en el sector farmacéutico, sin embargo, la implantación de esta tecnología no acaba de funcionar.

El sector farmacéutico se presenta como un candidato perfecto para poder implantar la tecnología de identificación por radiofrecuencia. Debido a las diversas normativas existentes en este sector, se exige tener una trazabilidad controlada de los productos, ya que los medicamentos son especialmente vulnerables a falsificaciones y a los mercados negros. No se puede permitir estos problemas en unos productos en los que hay que tener tantos cuidados con ellos.

Sin embargo, el sector no está interesado en esta tecnología, ya que ha decidido controlar la trazabilidad de sus productos, mediante códigos bidimensionales, Datamatrix, y no quiere sacarle más provecho a todas las opciones que puede llegar a ofrecer el RFID. No cabe duda de que el RFID conllevaría múltiples ventajas en el sector farmacéutico, algunas de estas ventajas comunes a todos los sectores podrían ser:

- Control de trazabilidad.
- Monitorización de los procesos.
- Mayor número de información de producto.
- Visibilidad total de la cadena de suministro.
- Automatización y disminución de errores.

Las **ventajas específicas** del sector farmacéutico son:

Lucha contra falsificaciones. Por ejemplo, en Estados Unidos entre el 5% y el 8% de los medicamentos que se venden son falsos. Con el RFID se tiene la certeza de que el producto es auténtico y ha sido trazado de la forma adecuada. Por ejemplo, los laboratorios Pfizer han implantado tags HF para las unidades de consumo y tags UHF para las cajas y pallets de Viagra, para evitar todos los problemas derivados de la infinidad de falsificaciones existentes.

Control de importaciones y exportaciones. Los grandes laboratorios farmacéuticos tienen sedes repartidas por todo el mundo. El coste de fabricación de un medicamento, varía según el país fabricante. Existen muchas pérdidas asociadas a la compra de medicamentos en países diferentes al de origen.

Control de la temperatura lo largo de la cadena de distribución. El control de la temperatura o caducidad, en determinados medicamentos es un cuestión vital, ya que pueden perder sus efectos, incluso ser perjudiciales.

Sistema de alerta socio-sanitaria. Unida a la ventaja anterior, existe la posibilidad de que salte una alarma que avise de estos errores y los prevenga.

Aumento de la seguridad. Se consiguen evitar problemas originados por el mal estado de un medicamento, aumentando el prestigio de cualquier empresa.

Según Ángel de Juan, director general de Toshiba en España, “como en cualquier otro sector, el RFID es un paso adelante en la automatización de los procesos de identificación, sobre todo por su capacidad de leer bloques de artículos de forma inmediata, agilizando en gran medida los procesos y reduciendo los costes de proceso, así como poder grabar gran cantidad de información del producto. La mayor desventaja que se observa es la inversión necesaria en toda la cadena, desde el fabricante hasta el consumidor, para poder adaptar todos los eslabones del sistema a la lectura por radiofrecuencia.”

La paradoja de esta situación reside en que todos están de acuerdo con los grandes beneficios que reporta esta tecnología. Los expertos coinciden en que los principales problemas son, el coste excesivo de implantación, la falta de un órgano regulador o la falta de interés de los protagonistas, ya que con el código de barras es suficiente para cumplir con las leyes.

Los laboratorios americanos *Pfizer*, *Glaxo Smith Kleine*, o *Care and Health*, ya están probando esta tecnología y recomiendan su uso. Sin embargo a nivel europeo, los laboratorios se decantan por Datamatrix, aunque pronto se verá que no tiene sentido este tipo de trazabilidad en la que hay que identificar cada producto en particular y el sector se moverá hacia el RFID. Para conseguir esto será necesario un esfuerzo conjunto del los laboratorios y de la Administración. Cuando uno de los grandes laboratorios se anime a utilizarla, los demás irán detrás suya. Sin embargo primero deben regularse a nivel europeo protocolos de actuación. A día de hoy, ningún laboratorio en España admite utilizar esta tecnología en sus procesos de trazabilidad y los suministradores de RFID están bastante desanimados en este sector.

5.3.5.- El sector alimentario. Campo Real

Introducción

El reglamento establecido por la Comunidad Europea obliga a todas las industrias alimentarias a garantizar la trazabilidad de sus productos, lo cual significa realizar un exhaustivo seguimiento a cada producto en todos los procesos por los que discurre.

Aunque la fábrica de Campo Real no cuenta con grandes dimensiones, ni un número elevado de trabajadores, se ha implementado un sistema que garantiza por completo la trazabilidad de todos sus productos, que se adapta además a las nuevas tecnologías, anticipándose a su inmediata competencia.

A continuación observamos el proceso productivo del queso, que se lleva a cabo en la fábrica de Campo Real,



Figura 5.10 Esquema de procesos de la empresa Campo Real

El principal objetivo en esta primera fase del proyecto fue cubrir el control y la trazabilidad del queso desde su estancia en la piscina de salmuera, hasta su expedición y entrega al cliente. Esta zona era la que más problemas generaba para llevar a cabo la trazabilidad del producto. El resto de procesos, se incorporarán en una segunda fase y se conseguirá establecer plenamente la trazabilidad de cada producto.

Después de estudiar las distintas posibilidades que ofrecen los diferentes sistemas de gestión, se observó que las posibilidades que ofrecía el RFID con tags eran las que mejor se adaptaban a las necesidades de la fábrica.

La solución RFID

El programa de gestión basado en la tecnología RFID consta de los siguientes elementos:

Tags pasivos. Se incorporan de forma fija en las cajas y pallets de plástico donde se ubica el queso tras la salida de la salmuera, así como en los puntos de control, zonas de pintado, zona de lavado...los tags colocados en pallets y cajas, han de soportar elevadas presiones y temperaturas, y algunos procesos químicos.

Software. El software diseñado permite el control de las existencias, los tratamientos y la ubicación de cada producto en cada momento incluida su expedición.

Terminal de lectura. Una PDA de corto alcance, permite al operario la identificación por radiofrecuencia de todos los movimientos que se verá sometido el queso desde la salida de la salmuera.

El Proceso de funcionamiento

Alta del producto e identificación:

Para realizar la identificación de las partidas y dar de alta el producto, el operario realiza la lectura de las cajas y los pallets en que se introducen los quesos a la salida de la piscina de salmuera. Se introduce el peso a la salida de la piscina y se compara con el que tiene al final del proceso de maduración, para calcular la merma sufrida por el queso en todo el proceso.

Cada partida identificada es registrada en el terminal (PDA), así como en el ordenador central. La información correspondiente a cada partida va aumentando a medida que se vayan realizando lecturas en los distintos procesos.

Procesos

Una vez todos los pallets y cajas han sido registrados en el sistema, basta con acercar la PDA al tag en cuestión y el terminal proporciona la información integrada en el microchip. Posteriormente se incorporará el registro de cualquier tratamiento o movimiento nuevo que se va a realizar. Cualquier proceso que se vaya efectuando en un lote concreto quedará perfectamente identificado a través del terminal.

Transformados

Campo Real realiza productos derivados de la transformación de los quesos, como las cremas de quesos, o tarrinas de queso conservado en aceite de oliva. Para su seguimiento y gestión, se aplicó el mismo sistema de seguimiento y gestión aplicado con los quesos, de tal manera que todos sus productos quedan registrados de igual manera que los quesos.

Expedición

Una vez todos los productos producidos son destinados a la venta, se procede al empaquetado y etiquetado de los mismos. El programa de gestión está diseñado para que se lleve a cabo esta operación de tal manera que quede asegurada la trazabilidad del producto hasta el final del proceso. Una vez el producto llega al cliente esto queda perfectamente identificado en el sistema de gestión.

Mejoras alcanzadas

Mediante el sistema implantado, Campo Real es capaz de saber en todo momento que procesos y tratamientos han sido realizados en cada lote, además del consiguiente cumplimiento de la legislación vigente. Además con este sistema se promueve la mejora continua de la calidad de los procesos.

Otra gran ventaja conseguida es la veracidad de la información aportada por el sistema y el ahorro de tiempo en las tareas de identificación, ya que antes los registros se realizaban manualmente.

Por último, el programa ha servido para mejorar enormemente la gestión de almacenes en cuanto a:

- **Control de stocks.** Se ha mejorado el control de existencias y además se ha agilizado el proceso de inventarios y su control, facilitando el trabajo al departamento comercial.
- **Optimización del espacio del almacén.** La información exacta de las unidades permite la reubicación constante de los artículos para mejorar la gestión de almacenes.
- **Control interno del personal.** El sistema marca la rutina a seguir por los empleados de tal manera que se consigue un seguimiento más estricto.
- **Control de mermas.** Como se ha indicado con anterioridad, gracias al programa se obtiene una relación directa entre las pérdidas de masa y volumen lo que

facilita la evaluación del producto, para tratar de reducir las mermas y optimizar el producto.

III-.EL RFID EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA. CASO PRÁCTICO AVÍCOLA NAVARRA

6.- Trazabilidad en la industria agroalimentaria

6.1.- Definición de trazabilidad

La trazabilidad es un término relativamente nuevo para la sociedad y cada día es más utilizado por los consumidores. Ante las últimas crisis alimentarias (aceite colza, “el mal de las vacas locas”...) los consumidores han sufrido la aparición de una nueva necesidad para ellos que les permita identificar el origen de los alimentos que consumen. Los consumidores queremos saber el origen de los productos que adquirimos y los procesos que han seguido. Este conocimiento se consigue mediante la trazabilidad. La trazabilidad no es únicamente un término importante en el aspecto de la seguridad de los alimentos, sino que además aporta valor a la hora de la certificación de calidad de un producto. La aplicación de la trazabilidad a lo largo de la cadena alimentaria incrementa la confianza de los consumidores, ya que en el caso de que surja algún producto problemático se puede identificar y solucionar rápidamente el problema.

El concepto de trazabilidad que debe aplicarse en las industrias alimentarias se define en el artículo 3 del reglamento (CE) nº 178/2002:

“la posibilidad de encontrar y seguir el rastro a través de las etapas de producción, transformación y distribución de un alimento, pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinada a ser incorporada a alimentos o con probabilidad de serlo”.

Como máxima norma legal se encuentra el reglamento (CE) nº 178/2002, del Parlamento Europeo, por el que se establecen los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria.

Este reglamento establece en su artículo 18 la obligación de que todas las empresas de alimentos y piensos desarrollen procedimientos que garanticen la trazabilidad en todas las etapas de producción, transformación y distribución a partir del 1 de Enero de 2005.

Por ello la trazabilidad en la industria agroalimentaria es necesaria y habrá que estudiar cómo se pueden aplicar las nuevas tecnologías de la información, a la hora de obtener un valor añadido y una ventaja competitiva en los productos que producimos en nuestra empresa. No hay que entender la trazabilidad como una obligación implantada desde el Parlamento Europeo que únicamente puede suponer un coste. En términos de la normativa anteriormente señalada se establecen los siguientes puntos referentes a la trazabilidad de los productos que deben ser seguidos por todas las empresas.

- (1) En todas las etapas de la producción deberá asegurarse la trazabilidad de los alimentos, los piensos, los animales destinados a la producción de alimentos y de cualquier otra sustancia destinada a ser incorporada en un alimento o un pienso, o con probabilidad de serlo.
- (2) Los explotadores de empresas alimentarias y de empresas de piensos deberán poder identificar a cualquier persona que les haya suministrado un alimento, o un pienso, o un animal destinado a la producción de alimentos o cualquier sustancia destinada a ser incorporada en un alimento o un pienso o con probabilidad de serlo. Para tal fin dichos explotadores pondrán en práctica sistemas y procedimientos que permitan poner esta información a disposición de las autoridades competentes si éstas lo solicitan.
- (3) Los explotadores de empresas alimentarias y de empresas de piensos deberán poner en práctica sistemas y procedimientos para identificar a las empresas a las que hayan suministrado sus productos. Pondrán esta información a disposición de las autoridades competentes si éstas lo solicitan.
- (4) Los alimentos o los piensos comercializados o con probabilidad de comercializarse en la Comunidad Europea deberán estar adecuadamente etiquetados o identificados para facilitar su trazabilidad mediante documentación o información pertinentes, de acuerdo con los requisitos pertinentes de disposiciones más específicas.

Se observa que, mediante el cumplimiento de esta normativa, las empresas conseguirán unos niveles de seguridad en sus productos que satisfarán la confianza de los consumidores. Mediante un total control de la trazabilidad de los productos se conseguirá una mayor agilidad en el caso de que la empresa deba intervenir para separar un lote de productos, o sea necesario un estudio en un punto del proceso de producción.

6.2.- Legislación

6.2.1.- Reglamento CE 178/2002

En este reglamento se recogen los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria; se fija la autoridad europea de seguridad y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. El reglamento reflejado a continuación resume la aplicación de la trazabilidad a lo largo de la cadena alimentaria, consiguiendo un incremento de la confianza de los consumidores, ya que en el caso de que surja algún producto problemático se puede identificar y solucionar rápidamente el problema.

Motivaciones

Las razones que llevan al Parlamento Europeo a establecer los principios y requisitos de la legislación alimentaria para finalmente poder establecer unos procedimientos de actuación en los casos de seguridad alimentaria son los siguientes:

- (1) La libre circulación de alimentos seguros y saludables es un aspecto esencial del mercado interior y contribuye significativamente a la salud y bienestar de los ciudadanos, así como sus intereses sociales y económicos.
- (2) En la ejecución de las políticas comunitarias debe asegurarse un nivel elevado de protección de vida y salud de las personas.
- (3) Sólo puede conseguirse la libre circulación de alimentos y piensos dentro de la Comunidad si los requisitos de seguridad alimentaria y los piensos no difieren significativamente de un Estado a otro.
- (10) La experiencia ha demostrado que es necesario adoptar medidas encaminadas a garantizar que no se comercialicen alimentos que no sean seguros y que existen sistemas para identificar y afrontar los problemas de seguridad alimentaria, a fin de asegurar el adecuado funcionamiento del mercado interior y proteger la salud de las personas
- (22) La seguridad alimentaria y la protección de los intereses de los consumidores preocupan cada vez más al público general, a las organizaciones no gubernamentales, a los socios comerciales internacionales y a las organizaciones de comercio. Es pues necesario asegurar la confianza de los consumidores y de los socios comerciales merced a un desarrollo abierto y transparente de la

legislación alimentaria y a la correspondiente actuación de las autoridades públicas, que han de adoptar las medidas necesarias para informar al público cuando existan motivos razonables para sospechar que un alimento puede presentar un riesgo para la salud.

- (28) La experiencia ha demostrado que la imposibilidad de localizar el origen de los alimentos o piensos puede poner en peligro el funcionamiento del mercado interior de alimentos o piensos. Es por tanto necesario establecer un sistema exhaustivo de trazabilidad en las empresas alimentarias para poder realizar retiradas de productos, o bien informar a los consumidores, o a los funcionarios de control y evitar así una perturbación innecesaria en caso de seguridad alimentaria.
- (29) Es necesario asegurarse de que las empresas alimentarias o de piensos, incluidas las importadoras, pueden al menos identificar a la empresa que ha suministrado los alimentos, los piensos, los alimentos, o las sustancias que puedan ser incorporadas a un alimento o un pienso, para garantizar la trazabilidad en todas las etapas en caso de que deba hacerse una investigación.
- (30) Los recientes incidentes relacionados con la seguridad alimentaria han demostrado que es necesario establecer medidas apropiadas en situaciones de emergencia para asegurarse de que todos los alimentos del tipo y del origen que sean y todos los piensos puedan ser sometidos a medidas comunes en caso de un riesgo grave para la salud humana y animal o el medio ambiente; este enfoque exhaustivo de las medidas de seguridad alimentaria de emergencia, debe permitir emprender acciones eficaces y evitar disparidades artificiales en el tratamiento de un riesgo grave relativo a alimentos o piensos

Principios generales de la legislación alimentaria

En este apartado se introducen los principios generales de la legislación alimentaria, que se desarrollan a continuación:

- (1) La legislación alimentaria perseguirá uno o varios de los objetivos generales de lograr un nivel elevado de protección de vida o varios de los objetivos generales de lograr un nivel elevado de vida y salud de las personas, así como de proteger los intereses de los consumidores, incluidas unas prácticas justas en el comercio de alimentos.

- (2) La legislación alimentaria tendrá como finalidad lograr la libre circulación en la Comunidad Europea de alimentos y piensos fabricados o comercializados de acuerdo con los principios y requisitos generales del presente capítulo.
- (3) Cuando existan normas internacionales, o su formulación sea inminente, se tendrá en cuenta a la hora de elaborar o adaptar la legislación alimentaria, salvo que esas normas o partes importantes de las mismas, constituyan un medio ineficaz o inadecuado de cumplir los objetivos legítimos de la legislación alimentaria.

Requisitos de seguridad alimentaria

Del mismo modo se recogen una serie de principios de seguridad, que se deben cumplir para garantizar la consecución de los objetivos impuestos en las normativas europeas.

- (1) No se comercializarán los alimentos que no sean seguros

- (2) Se considerará que un alimento no es seguro cuando:

- Sea nocivo para la salud
- No se apto para el consumo humano

- (6) Cuando un alimento que no sea seguro pertenezca a un lote o a una remesa de alimentos de la misma clase o descripción, se supondrá que todos los alimentos contenidos en ese lote o remesa tampoco son seguros, salvo que una evaluación detallada demuestre que no hay pruebas de que el resto del lote o de la remesa no sea seguro.

- (9) A falta de disposiciones comunitarias específicas, se considerará seguro un alimento si es conforme a las disposiciones específicas de la legislación alimentaria nacional del Estado miembro donde se comercialice ese alimento.

6.2.2.- Normativa relativa al RFID aplicable a la trazabilidad y cadena de suministro

Además de las normativas anteriormente vistas (ETSI, ISO, EPC) que eran aplicables a la tecnología RFID y a su campo de actuación de un modo más general, se han

establecido una serie de normas ISO que afectan directamente al RFID, en relación con la cadena de suministro y trazabilidad de productos, en nuestro caso, aplicable a la industria agroalimentaria.

Como se ha dicho con anterioridad, por motivos de seguridad y fiabilidad, la importancia de poder establecer la trazabilidad de los productos a través de la cadena de suministro se ha incrementado en los últimos años. La nueva normativa ISO 17367:2009 ayudará a los productores y distribuidores a conseguir la trazabilidad de sus productos gracias a la tecnología RFID.

Gracias al desarrollo de la auto-identificación por radiofrecuencia se puede obtener una total confianza y seguridad para los consumidores.

Normativas vigentes relacionadas con el RFID y la cadena de suministro:

ISO 17367:2009

Se definen los rasgos básicos del RFID para su uso en la cadena de suministro, cuando se adhiere a los productos en cuestión.

- Provee las especificaciones acerca de la codificación del producto.
- Realiza recomendaciones sobre información adicional que debe aparecer sobre el producto en el tag.
- Realiza recomendaciones sobre la sintaxis de los datos utilizados.
- Realiza recomendaciones sobre el interfaz que debe haber entre la aplicación RFID y las aplicaciones de negocio.

ISO17363:2007 Supply chain applications of RFID -- Freight containers

Se define el uso de la tecnología RFID en envíos donde los tags son colocados en los contenedores de carga de los barcos, que se encargan de transportar las mercancías.

- Realiza recomendaciones sobre la carga en contenedores, basándose en las etiquetas utilizadas en el envío. Se describen una serie de especificaciones sobre su utilización.
- Los parámetros de comunicación aérea para la auto-identificación por radiofrecuencia usados en la ISO 17363:2007, se corresponden con los anteriormente definidos en la ISO 18000-7.
- Se describen completamente las especificaciones de las etiquetas utilizados en envíos en barcos.

ISO17364:2009 Supply chain applications of RFID -- Returnable transport items (RTIs)

Se definen los rasgos básicos del RFID para el uso en la cadena de suministro, cuando se aplica en artículos de transporte retornables.

- Provee especificaciones para la identificación de los RTI.
- Realiza recomendaciones sobre información adicional en los tags.
- Realiza recomendaciones sobre la sintaxis de los datos utilizados.
- Realiza recomendaciones sobre el interfaz que debe haber entre la aplicación RFID y las aplicaciones de negocio.
- Especifica la reutilización y reciclado de los tag.

ISO17365:2009 Supply chain applications of RFID -- Transport units

Se definen los rasgos básicos del RFID para el uso en la cadena de suministro cuando, se aplica en unidades de transporte.

- Provee especificaciones para la identificación de las unidades transportadas.
- Realiza recomendaciones sobre información adicional en los tags.
- Realiza recomendaciones sobre la sintaxis de los datos utilizados.
- Realiza recomendaciones sobre el interfaz que debe haber entre la aplicación RFID y las aplicaciones de negocio.
- Especifica la reutilización y reciclabilidad de los tag.

6.3.- Sistemas de trazabilidad en el sector agroindustrial

Debido a la necesidad por normativa europea de conseguir la trazabilidad de todos sus productos en el sector agroindustrial, aparecen distintos sistemas de trazabilidad que se adaptan a la normativa. Fundamentalmente están basado en dos modos de identificación: el código de barras y la identificación por radiofrecuencia.

6.3.1.- Basados en Códigos de Barras

Los sistemas de trazabilidad agroindustrial más utilizados en el sector son los basados en el código de barras. A continuación vemos unos ejemplos de sistema de trazabilidad en el sector agroindustrial basado en el código de barras.

ieSoft

ieSoft ha desarrollado un sistema de identificación automática que permite a las empresas Agroindustriales llevar a cabo una trazabilidad eficiente de sus productos; su nombre es TAI (Sistema de Trazabilidad Agroindustrial).

Crearon un Número Único de Identificación de caja producida que está impreso y codificado en sistema de barras en etiquetas que se adhieren a cada una de las cajas embaladas y despachadas. Este Número Único de Identificación de caja es único y se relaciona directamente con todas las fases por las que ha pasado durante el proceso productivo. Mediante este seguimiento se consigue conocer: fechas y horas de los procesos, ubicación dentro del terreno, personal que manipula el producto por proceso, el tipo de producto y la variedad, materias primas aplicadas al terreno (herbicidas, plaguicidas, fertilizantes, etc), número de caja, número de despacho, ingreso a cuarto frío, problemas y observaciones encontradas en cada etapa del proceso.

Todos los datos son obtenidos mediante el uso de escáneres (lectores de códigos de barras), que leen la información generada durante los procesos productivos de la planta. La problemática de este producto puede residir en la necesidad de que un empleado vaya leyendo uno por uno todas las cajas y pallets, lo cual le puede llevar a cometer errores de lectura, lo que supone unos costes por errores de inventarios y costes asociados al tiempo empleado.

Ciclo Vida: Recepción Producto

Recepción Productos

Terreno : 001001 Empleado Recibe : ADRIAN DE LA TR RAMIREZ

Cantidad Unidades : 180 Observaciones : 3 canastas del saque de las 10.30

Empleado Entrega : WILSON ANTONIO MENA

Fecha ↕

Terreno	Cantidad Unidades	Observaciones	Empleado Entrega	Empleado Recibe
Fecha: 01/03/2007 (Cantidad 1)				
Seccion 1, Tabla 1	156	3 canastas del saque de la...	WILSON ANTONIO MENA	ADRIAN DE LA TR RAMIREZ

Figura 6.1 Software ieSoft

CLTRAZA

El objetivo del software CLTRAZA es dar al productor agroindustrial las herramientas necesarias para una gestión de la trazabilidad que le permita un control en tiempo real de los productos desde su origen hasta su destino final. Se utilizará un sistema informático y de automatización de los procesos.

Esta herramienta consigue integrar todas las operaciones del proceso, lo cual sirve para lograr una mejor visibilidad de la cadena de trazabilidad de la empresa. La informatización de los procesos posibilita que una sola carga de información impacte sobre los procesos: trazabilidad, producción, envíos...minimizando los errores de carga y tiempos de operación. La gestión de stocks también se ve mejorada con este software, ya que permite realizar consultas de movimientos internos, de recepciones y despachos de pallets y materiales.

La etiqueta de código de barras implementada contiene la información de procedencia del producto, variedad, e información de trazabilidad. Mediante una terminal inalámbrica o PDA conectada en tiempo real al servidor central de la Solución CLTRAZA, el operador de paletizado captura los códigos de barras de las cajas que componen el pallet y como resultado de esta operación imprime la etiqueta identificadora.

El concepto de trazabilidad está asociado a procesos productivos modernos y productos de mayor calidad y valor final para el cliente final. Tiene aplicación en diversas industrias

y áreas, sin embargo es en la industria alimenticia donde se ha dado con mayor fuerza. Las amenazas de contaminación, transmisión de enfermedades y plagas, han impulsado el concepto de trazabilidad, particularmente en países con mayor desarrollo en los que se han publicado normativas específicas.

6.3.2.- Basados en auto-identificación por radiofrecuencia

RFID

Los sistemas de auto-identificación RFID están basados en la identificación por radiofrecuencia. A lo largo de todo el proyecto hemos ido explicando su funcionamiento, exponiendo como gran ventaja frente a los otros sistemas la no necesidad de que un operario vaya leyendo una por una todas las etiquetas, ya que los lectores RFID pueden leer todas las etiquetas a la vez.

Ésta tecnología permite conseguir conocer toda la trazabilidad de todos los productos de una compañía, proporcionando calidad y garantías a sus productos. Permite conocer todos los procesos por los cuales han pasado todos los productos, facilitando la información necesaria al software de gestión de la compañía.

El RFID es el sistema más moderno de auto-identificación y consecuentemente el que más valor añadido puede aportar a la empresa. Aunque su implantación está siendo lenta, se prevé que sea el recambio natural a los códigos de barras en un futuro próximo.

Un cuadro comparativo entre la tecnología RFID y el código de barras sería el siguiente:

RF-ID vs. código de barras.



		
	Código de Barras	RFID
DESEMPEÑO	Solo lectura cuando se encuentra cerca del lector, en una orientación específica	Lectura y escritura a larga distancia sin necesidad de una línea de vista directa al producto
EFICIENCIA	Habilidad de leer un solo código a la vez	Habilidad de múltiples lecturas a la vez (~ 2000 / s)
MEMORIA	Cantidad limitada de información	Gran cantidad de datos para tener información detallada del producto
FLEXIBILIDAD	Información estática que no es modificable	Actualización constante de la información en el tag.
CONFIABILIDAD	Sólo lectura bajo supervisión del operador y en condiciones limpias y controladas	Los Tags son leídos y grabados automáticamente y en ambientes altamente contaminados
ROBUSTEZ	Las etiquetas de código de barras se dañan fácilmente	Formatos indestructibles si es necesario y con posibilidad de reutilizarse
ADAPTACION	Formato de la etiqueta prácticamente único	Posibilidad de adaptar físicamente los materiales y formas de Tag a un proceso específico
AUTENTIFICACION	Los códigos se reproducen y no son específicos a un artículo	Los Tags son específicos a un artículo y no se duplican. ID's únicos a nivel mundial.

Figura 6.2 Comparativa RFID y Código de barras

Como se ha mencionado en el capítulo 1.2, las ventajas del RFID frente al código de barras son múltiples y considerables. La única desventaja que se aprecia, es el elevado coste que supondría adaptar toda una compañía a la tecnología RFID. Como se ha comentado con anterioridad, ante la situación de crisis que vivimos, las empresas se muestran reticentes a la implantación de la tecnología; sin embargo, una vez que las grandes compañías comiencen utilizar dicha tecnología y empujen a sus proveedores a implantarla, su generalización irá en aumento, provocando la disminución de los costes de implantación.

6.4.- Ventajas de las herramientas de trazabilidad

Las ventajas que se obtienen tras la utilización de herramientas de trazabilidad son múltiples. Aquí se pueden observar algunas de las que suponen un beneficio para la empresa que adopta dichos sistemas. Podemos dividir todas las ventajas en dos grandes grupos: ventajas generales y ventajas específicas aplicadas al sector agroindustrial.

Ventajas Generales

- La trazabilidad es una herramienta útil y necesaria para cuando falla la seguridad, poder garantizar la protección de los consumidores.
- Facilita a los operadores el control de procesos y gestión interna. Contribuye en otros casos a la certificación y acreditación de productos. Se consigue un mejor seguimiento de los productos, posibilitando la optimización de los procesos y consiguiendo un beneficio para la empresa.
- Control individualizado por partida y lote.
- Mejora de la gestión de stocks y producto almacenado.
- Permite detectar, acotar y analizar problemas con gran celeridad.
- Generación automática de órdenes de emisión, salidas de almacén, procesos de facturación, así como registros financieros y contables más fiables.

Ventajas en el sector agroindustrial

- A la Autoridad le ayuda en la gestión de incidencias, mediante la posibilidad de inmovilizaciones rápidas y precisas en el caso de que hubiera algún problema.
- A los consumidores les supone una tranquilidad y confianza al existir mecanismos de control en casos de alerta alimentaria.
- Delimitación de responsabilidades ante los sujetos que intervienen en las etapas de producción, transformación y distribución de un alimento y su identificación.
- La trazabilidad hacia atrás permite conocer cuáles son los productos que entran en la empresa y quiénes son los proveedores de los mismos.

- La trazabilidad interna está relacionada con el seguimiento de los productos dentro de la empresa.
- La trazabilidad hacia delante consiste en registrar tanto los datos de los productos preparados para la expedición como los del cliente inmediato al que se le entregan.

En definitiva, las ventajas aportadas por tener el conocimiento exacto de la trazabilidad de un producto son múltiples y muy positivas. Lo importante ahora será ver cómo las industrias pueden sacar ventaja competitiva con respecto a otras mediante la utilización de herramientas de trazabilidad.

6.5.- El RFID como sistema de trazabilidad en el sector agroindustrial

El sector agroindustrial es un sector importante de la sociedad navarra. Como se ha especificado con anterioridad, según la Normativa Europea debe llevarse un control de la trazabilidad de los productos fabricados en la industria, para poder cumplir las exigencias establecidas.

Existen sistemas de trazabilidad válidos que permiten el cumplimiento de la normativa. Sin embargo, hoy en día, el RFID se va abriendo paso poco a poco entre las diferentes tecnologías. El RFID es una tecnología que se está estableciendo en el mercado por los beneficios que puede reportar a largo plazo.

En palabra de **Brian Sterling** Director, Business Development, RFID & Traceability, IBM Global Business Services, “RFID puede ser una herramienta muy útil que puede emplearse eficazmente en la agricultura, con especial trascendencia en la cadena de trazabilidad”.

Aunque los otros sistemas de trazabilidad existentes cumplen perfectamente la normativa, el paso siguiente que nos encamina a una comunicación global de intercambios globales entre empresas es el RFID. Gracias al RFID se logrará una mejora en los intercambios, además se garantizará la seguridad de los mismos.

6.5.1.- Beneficios del RFID en una empresa agroindustrial

Los beneficios reportados por el RFID a una empresa agroindustrial son numerosos. Dada la naturaleza de la tecnología, ésta supondrá un coste para la empresa, pero luego se verá amortizada por los numerosos beneficios que supone. Algunos de estos beneficios son:

- Posibilidad de tener un stock de producto en tiempo real. Además se tendrá un control detallado del mismo.
- Agilidad y control de producto una vez almacenado tras realizársele todos los procesos.

- Conocimiento exacto del momento en que la mercancía abandona la planta y actualización instantánea del stock correspondiente.
- Beneficios procedentes de la reducción de tiempos necesarios utilizado por los empleados para la lectura de los códigos de barras de los productos que entraban al almacén.
- Eliminación de errores de lectura.
- Aumento de la capacidad de trabajo diario.
- Posibilidad de entrar en una red de mercado global, que permite interactuar con empresas del sector facilitando las comunicaciones entre ambas partes.
- Estar preparados en el caso de que un cliente necesite que sus productos sean suministrados con calidad y bajo unas condiciones de trazabilidad determinadas, conociendo con precisión lo que ocurre en cada proceso.
- Mayor control en todos los procesos de distribución de los productos.

6.5.2.- Inconvenientes del uso del RFID

La implantación de un sistema puede resultar beneficiosa en bastantes aspectos. Sin embargo, lleva unos costes asociados que impiden arriesgarse a muchas empresas a decidirse a implantarlo, aun sabiendo los beneficios que reportaría. Sin embargo, llegará un momento en el que las grandes empresas exijan a sus proveedores tener implantado el RFID en sus productos y entonces sólo aquellas empresas que lo tengan obtendrán una ventaja competitiva con respecto a los otros.

- El RFID es una tecnología que lleva un coste asociado elevado. Además del equipo en sí, su implantación también es bastante costosa. En estos tiempos de crisis, la implantación de este tipo de tecnología puede ser no necesaria para algunas empresas, que ven como los métodos de trazabilidad que tienen implantados son suficientes para cumplir las exigencias.

- Es conveniente la creación de unas reglas internacionales de estandarización para poder aunar en conjunto todo lo referente a la tecnología.
- El mantenimiento de equipos para su correcto funcionamiento también es bastante caro.

:

7.- La empresa Avícola Navarra

7.1.- Descripción de la empresa Avícola Navarra

La empresa Avícola Navarra se encuentra situada en la localidad navarra de Abárzuza. Geográficamente hablando, se localiza en un entorno privilegiado, ya que se encuentra rodeada de las sierras de Andía y Urbasa.



Figura 7.1 Mapa de localización de la empresa Avícola Navarra

La empresa nace en 1978 y su principal dedicación era la cría de pollitas. Sin embargo, en 1983, se da un cambio profundo al modificar su principal actividad productiva. A partir de ese año, la empresa se dedica principalmente a la producción y comercialización de huevos y ovoproductos. A día de hoy, la empresa trata de no quedarse atrás y siguen invirtiendo su dinero en nuevas tecnologías e innovadores procesos. Posee unas instalaciones modernas y sofisticadas, que consiguen ofrecer un producto de calidad.

La empresa cuenta con 43 empleados y posee alrededor de 525000 aves ponedoras. Se sitúan principalmente en sus naves de Abárzuza, aunque también poseen una producción de huevos integrada en una nave de Ribaforada.

Avícola Navarra distribuye sus productos de manera que trata de garantizar la mayor frescura posible y en un plazo de 24 horas. La empresa envía sus pedidos fundamentalmente a Navarra y País Vasco, aunque también tiene clientes en Palencia, Ciudad Real o Santander, o incluso pueden exportar a Francia, Alemania o Italia. La empresa cuenta con su propia flota de vehículos, que permite el transporte y distribución

del producto. Cuentan con tres furgonetas equipadas con un servicio de autoventa que facilita y agiliza el proceso de reparto y venta. Además poseen dos trailers y un tres ejes, que permiten repartos a mayor escala y que cuentan con una cámara biofría que mantiene la temperatura dentro de unos límites necesarios para que los huevos pasteurizados y cocidos que se distribuyen en la empresa se conserven en buen estado.

La empresa produce alrededor de 450000 huevos diarios y alrededor de un millón de docenas al mes. Debido a esta gran producción, el proceso desde que se recogen los huevos hasta que se meten en los camiones debe estar perfectamente definido para poder realizarlo con agilidad y modificarlo en caso de que ocurra alguna incidencia.

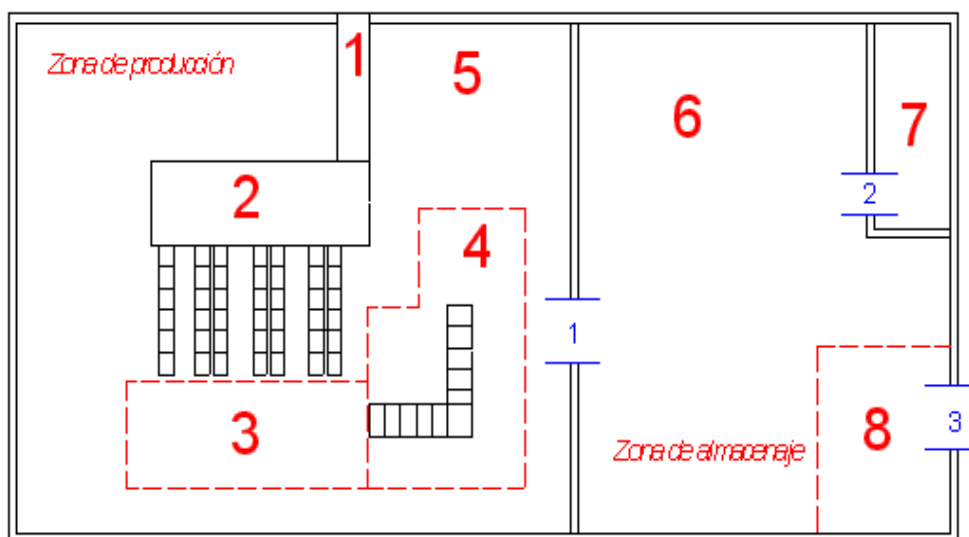
Avícola Navarra busca la excelencia en la calidad de sus productos mediante la realización de continuos análisis internos y externos. Cuenta con el sistema de trazabilidad APPCC en todo el proceso de producción del huevo, que garantiza la trazabilidad y máxima calidad del producto final.

En 1997 la empresa pasó a formar parte del grupo Matines Ibérica, empresa de origen francés, cuyo principal objetivo es la comercialización de huevos. Matines Ibérica está compuesta por la unión de siete de las empresas más importantes del sector. Estas empresas decidieron unir sus activos comerciales y conformar un gran grupo avícola capaz de aportar una ventaja diferenciadora y exclusiva para sus clientes y consumidores, debido a la ubicación geográfica de sus granjas. De esta manera consiguen suministrar los productos a puntos geográficamente cercanos, ya que sus siete centros de producción están repartidos en el conjunto del territorio español.

La empresa Avícola Navarra otorga una especial importancia a la trazabilidad de sus productos, ya que para ellos la calidad es un aspecto fundamental. En la empresa se siguen tres tipos de trazabilidad diferentes. Por un lado está la trazabilidad del pienso, que se realiza mediante albaranes donde se registra el pienso que se adquiere y el proveedor al cual se ha comprado. En el caso de que hubiera algún problema con el pienso, se contactará directamente con el productor. Por otro lado está la trazabilidad de la gallina, la cual se lleva íntegramente en la empresa, ya que ellos mismos se dedican a la cría de pollos y conocen la trazabilidad total de sus animales. Por último, tenemos la trazabilidad del huevo, que es lo importante realmente en la fábrica y a lo que realmente se dedican muchos esfuerzos. A continuación trataremos de describir la trazabilidad que sigue el huevo y los métodos que se tienen para controlarla a través de los diferentes procesos que nos encontramos en la empresa.

7.2.- Layout de la planta

A continuación podemos observar un layout aproximado de la planta de la empresa Avícola Navarra:



Zona 1: Recepción de los huevos

Zona 2: Clasificación de los huevos

Zona 3: Etiquetado

Zona 4: Paletizado

Zona 5: Almacén de materias primas

Zona 6: Almacenaje de pallets

Zona 7: Almacenaje de huevos cocidos y pasteurizados

Zona 8: Preparación de pedidos

Acceso 1: Acceso que comunica la zona de producción, y la zona de almacenaje

Acceso 2: Acceso que comunica la zona de almacenaje con el almacén frío

Acceso 3: Acceso que comunica la zona de almacenaje con el exterior

7.3.- Procesos productivos

La planta Avícola Navarra cuenta con dos espacios diferenciados entre sí. Por un lado está la zona de producción, donde llegan los huevos procedentes de las naves donde están las gallinas y se dan una serie de procesos que se describen a continuación. Por el otro lado está la zona de almacenaje.

Zona de producción

Zona 1: Recepción de los huevos

El proceso comienza una vez la gallina deposita el huevo y éste por gravedad rueda y llega a una cinta transportadora transversal, que recoge los huevos de todas las gallinas y los lleva hacia la planta de producción. En la planta de Abárzuza cuentan con cuatro naves de unas 35000 gallinas cada una y por otro lado cuentan con dos naves de mayor capacidad que puede albergar a 75000 gallinas cada una.

A la planta de producción pueden llegar los huevos a través de dos huecos procedentes de las cuatro naves de 35000 gallinas; y por otros dos huecos pueden llegar huevos de las naves de 75000 gallinas. En realidad, a la planta de producción pueden llegar hasta tres lotes a la vez. Dos de los lotes proceden de las naves de menor capacidad y el otro lote procede de una de las naves de mayor capacidad. Se da la circunstancia de que en ningún momento del proceso ninguna persona toca ningún huevo.

Una vez van llegando los huevos a la planta de producción, el ordenador central va registrando la nave de la que procede el lote de huevos, comenzando de este modo el proceso de trazabilidad del huevo. Los huevos llegan a la planta a través de cintas transportadoras y se introducen en una máquina MOBA FT330, caracterizada por ser la mejor del mercado en su función de análisis, clasificado y estuchado de los huevos.



Figura 7.2 Recepción de los huevos

Zona 2: Clasificación de los huevos.

La propia MOBA se encarga de clasificar los huevos según los tamaños. Como hemos dicho, la MOBA FT 330 es la máquina más innovadora del mercado y vamos a estudiar con detenimiento su funcionamiento y los pasos que se dan para una correcta clasificación de los huevos.

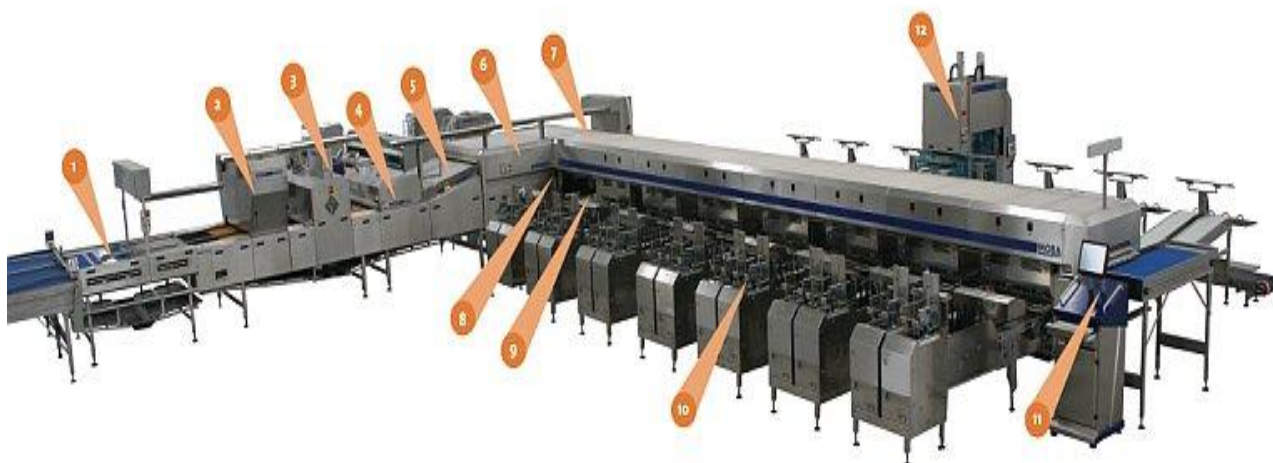


Figura 7.3 Máquina MOBA FT 330

1. Acumulador

Esta primera zona hace referencia a lo anteriormente mencionado en la zona uno. Todo lo que tiene que ver con la recepción de huevos, su procedencia y su posterior registro en el ordenador central.

2. Inspector de huevos (detección de suciedad + fisuras)

La MOBA detecta si los huevos tienen algún tipo de fisura. En el caso de que posean alguna fisura, la máquina los desecha y los quita del lote que actualmente se está procesando. Si no tienen ninguna fisura prosiguen dentro de la MOBA para pasar a la siguiente fase.

3. Multidrum (orientación y salida de fisuras)

En esta fase se colocan los huevos en una buena posición mediante unos rodillos que se encuentran girando. Los rodillos se higienizan en cada vuelta para evitar problemas de suciedad y de higiene. Posteriormente los huevos pasan a una fase en la que se detecta si el huevo está roto o no.



Figura 7.4. Máquina que orienta los huevos

4. Detector de fisuras magnético

Aquí se detecta magnético-acústicamente si alguno de los huevos posee algún tipo de fisura. En el caso de que así sea, la propia máquina lo desechará y lo sacará del proceso.

5. Sistema de desinfección UV

Siguiendo dentro de la MOBA, el siguiente paso consiste en una desinfección ultravioleta para eliminar la bacteria que provoca la salmonella. Esta bacteria se caracteriza porque se encuentra fundamentalmente en la cáscara de los huevos.

6. Sistema de pesaje

La MOBA posee la capacidad de realizar un pesado de los huevos. En este punto, se realiza un pesado de los huevos, ya que existen huevos de diferentes categorías.

7. Transferencia

Se ha incorporado un sistema de transferencia continuo. Esto implica que no se produzcan movimientos intermitentes, de giro o de avance en la transferencia, sino que haya un movimiento continuo de los brazos del sistema que depositan los huevos en los cargadores de la cinta de transporte principal. El movimiento de los brazos es tal que la velocidad de avance se reduce gradualmente a cero mientras que la velocidad en la dirección perpendicular hacia las vías de envasado aumenta progresivamente.



Figura 7.5. Transferencia de los huevos de un lado a otro de la máquina

8. Detección de sangre y color

La máquina detecta si existe algún punto de sangre en el huevo. En el caso de que lo hubiera la propia máquina lo eliminaría sacándolo del proceso.

9. Interfaz inyección de tinta

En esta sección se inyecta tinta en la cascara de huevo. Con esto se consigue aportar más información sobre clasificación, código de proveedores, así como las fechas de caducidad.

10. Vías de envasado

Tras esta fase, los huevos que aún continúan en la máquina llegan a la última fase, que consiste en el envase de los huevos por tamaños. Otra vez, lo primero de todo en el proceso de clasificación es detectar si los huevos están rotos mediante unas varillas. En el caso de que estén rotos se sacan del proceso de clasificación. Después de ello, los huevos que queden se clasificarán según tamaños XL, L, M y por último, los huevos sucios y aquellos que no entran en ninguno de los tres grupos anteriores. La empresa, para llevar un mejor control y clasificación, realiza la clasificación de la siguiente manera: XL+, XL-, L+, L-; M+, M-. De manera habitual se presentan los huevos en los estuches siguiendo la siguiente clasificación:

XL ----- más de 75 gramos

L ----- 65 a 75 gramos

M ----- 55 a 65 gramos

La clasificación de los huevos se lleva a cabo mediante un separador de tamaños, que distingue si son de una medida o de otra. Una noria que gira con el estuche correspondiente al tamaño deseado va girando y recogiendo los huevos del tamaño apropiado, quedando éstos depositados en la bandeja. Si el huevo no entra en el espacio reservado para los XL+, pasa al siguiente hueco correspondiente a los XL- y así sucesivamente hasta que se deposita en un estuche.

El estuche se mantiene dando vueltas en la noria hasta que se llena y pasa a la siguiente fase. Los huevos no clasificados van al final de la cinta, a la denominada reserva. Son huevos sucios que no se pueden comercializar, o huevos muy grandes o muy pequeños que no se ajustan a ninguna de las clasificaciones anteriores. Estas puestas se venderán a compañías de repostería que darán un buen provecho a estos huevos.



Figura 7.6. Noria giratoria de clasificación de huevos

11. Pantalla para operario

El ordenador central va registrando los huevos por lotes de producción. A la MOBA entran los huevos por tres líneas de producción, que se corresponden con tres lotes distintos. Por ejemplo queda:

Línea A ----- Nave X

Línea B ----- Nave Y

Línea C ----- Nave Z



Figura 7.7. Pantalla de control de los lotes de producto

12. Empaquetadora de estuches

Una vez rellenos los envases de los huevos, aparecen cerrados al otro lado de la máquina. En el caso de que el estuche no vaya completamente lleno, la máquina no lo cierra automáticamente. En este caso, el operario lo debe completar y lo debe cerrar él mismo y posteriormente introducirlo en la caja. Si, por el contrario, el estuche va lleno, se introduce directamente en la caja. Una vez completada la caja, se aprieta un pulsador que hace que la impresora que está colocada en el puesto de trabajo saque una etiqueta identificadora, que aporta la información correspondiente al lote de productos de la caja. Esta etiqueta se adhiere a la caja y posteriormente será leída.



Figura 7.8. Mecanismo de cierre automático de los estuches

Zona 3: Etiquetado

Como se ha especificado con anterioridad, una vez se han completado las cajas se adhiere una etiqueta identificadora que lleva un código de barras, que permite la identificación del lote del producto. Esta etiqueta lleva asociada una información que se recoge en el sistema de gestión de la empresa. De este modo se consigue tener controlada la trazabilidad de cada producto.

Para la compañía, el control de stocks es muy importante. Se lleva a cabo un etiquetado en cada zona correspondiente para cada tamaño de huevo diferente. Cada una de las zonas cuenta con su pulsador y su impresora de etiquetas identificadoras adhesivas correspondiente. Cada etiqueta se coloca en un lote individual, dando una trazabilidad individual por caja. Matines, la empresa francesa que adquirió hace unos años Avícola Navarra, da mucha importancia a la trazabilidad de sus productos y exige un control muy

exigente en todos sus productos. Con este sistema exhaustivo de trazabilidad se consigue que en el caso de que haya algún problema con algún lote se pueda acotar de manera rápida, de tal manera que se permite determinar la localización de todas las cajas que se expidieron en una hora determinada.

Zona 4: Paletizado

Una vez completadas las cajas con los estuches de huevos, se colocan las cajas en una cinta transportadora, de tal manera que se coloca la etiqueta de manera visible para el lector que se encuentra localizado en un lugar del recorrido de la cinta. La caja pasa por debajo del lector, el cual lee el código de barras de la etiqueta y registra la información en el sistema de gestión que se va utilizando en todo el proceso. A su vez, el lector va contando el número de cajas que van pasando. Una vez se llega al número de cajas necesaria para completar un pallet, se para la cinta impidiendo que pasen más cajas. A partir de ahí, se colocan las cajas en un pallet de manera que quede completo. Se paletiza el conjunto de tal manera que quede estabilizado. Una vez paletizado, se adhiere una etiqueta identificativa con su código de barras correspondiente, que hará referencia y contendrá información asociada de todos los elementos que componen el pallet. Una vez realizado todo este proceso se recoge el pallet mediante una carretilla elevadora o mediante una traspaleta y se lleva al almacén contiguo.



Figura 7.9. Lector de cajas



Figura 7.10. Pallet de cajas de huevos

Zona 5: Almacén de materias primas

Esta zona vacía de la planta se emplea fundamentalmente para el almacenaje de materias primas como pueden ser los estuches de los huevos, o cajas...



Figura 7.11. Almacén de materias primas

Zona de almacenes

El segundo espacio diferenciado es la zona de almacenes, donde tienen lugar fundamentalmente las siguientes operaciones:

Zona 6: Almacenaje de pallets

Los pallets van llegando desde la zona de paletizado a la zona de almacenaje. Se van almacenando todos a la espera de ser enviados a sus respectivos destinos. En el almacén un operario se encarga de llevar un control sobre todos los pallets recibidos y toda la gestión de pedidos existentes. Mediante una pistola lectora de códigos de barras, el operario pincha con la pistola en cada uno de los pedidos que se encuentran determinados por la hoja de pedidos que maneja y posteriormente va marcando con la pistola cada una de las cajas que conforman dicho pedido. De este modo se consigue asociar cada pedido con las partidas que componen dicho pedido.



Figura 7.12. Almacén de productos para comercializar

Zona 7: Almacenaje de huevos cocidos y pasteurizados

Además del almacén al que hemos hecho referencia, existe anexo a él otro almacén frío que sirve para almacenar fundamentalmente huevo pasteurizado y huevo cocido. Ambos productos se adquieren de manera externa a la producción de la planta. Al igual que sucede con todos los productos externos que entran en la planta, se les adhiere una etiqueta identificativa con un código de barras, de manera que se consigue que el producto entre en el sistema de trazabilidad de la empresa.



Figura 7.13. Almacén de huevo cocido y pasteurizado

Zona 8: Preparación de pedidos

En esta zona se preparan los pedidos para ser enviados a sus respectivos destinos. Una vez salen los productos del almacén para su posterior venta, se pinchan con la pistola lectora para indicar que ya han salido del almacén y se incorporan a los camiones para su posterior reparto y venta. De esta manera quedan registrados los productos que salen de la planta en un sistema informático de gestión. Cuando se realiza la venta del producto, se realiza también un traspaso de albaranes. Se vende la caja con la trazabilidad asociada a ella. Cuando se vende la caja, se pincha con el lector de mano para indicar que el intercambio ya ha sido hecho. Mediante el servicio de auto-venta implantado en las furgonetas de reparto que operan en Navarra se consigue realizar de manera eficiente este intercambio.

La empresa puede comercializar sus huevos de varias maneras: mediante la venta de los huevos en un estuche de cartón como el de toda la vida, cuya venta se da a pequeñas y medianas superficies; o lo pueden comercializar en un estuche retractilado, cuya principal venta se realiza en las grandes superficies y grandes centros de distribución.



Figura 7.14. Preparación de pedidos

7.4.- Soluciones de trazabilidad existentes

7.4.1.- El sistema de trazabilidad APPCC

La empresa Avícola Navarra utiliza el sistema APPCC como sistema de trazabilidad. El sistema APPCC es un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Es decir, es un método de autocontrol cuyo fin es garantizar la seguridad de los alimentos en las diferentes fases de la cadena alimentaria.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de control (APPCC) es un método reconocido y aceptado internacionalmente para garantizar la seguridad de los alimentos. El método consiste en una identificación y control de manera sistemática y organizada de todos los peligros (del tipo que sean) que pueden sufrir los alimentos durante el proceso de producción, desde su recogida hasta la venta al cliente para su consumo. De este modo se garantiza que los alimentos son seguros para el consumo y que no generan ningún riesgo.

Mediante la adaptación a los criterios y normativas internacionales, desde el año 1996 está vigente en España el Real Decreto 2007/1995, referente a las normas de higiene de productos alimentarios. Esta normativa obliga a las empresas del sector alimentario a garantizar la higiene de los alimentos en base al sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC).

El sistema APPCC debe aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, en sus fases posteriores a la producción primaria: preparación, fabricación, transformación, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, manipulación, y venta o suministro al consumidor.

Cuando se identifiquen y analicen los peligros y se efectúen las operaciones consecuentes para elaborar y aplicar sistemas de APPCC, deberán tenerse en cuenta las repercusiones de las materias primas, los ingredientes, las prácticas de fabricación de alimentos, la función de los procesos de fabricación en el control de los riesgos, el probable uso final del producto...

7.4.2.- El Código de barras como solución de trazabilidad

La empresa Avícola Navarra posee un sistema de trazabilidad de sus productos basado en el código de barras. La empresa está centrada en conseguir una trazabilidad del huevo total, desde que entra a la planta hasta que se vende a otras compañías. Mediante el sistema de trazabilidad existente se consigue que en caso de que hubiera un problema, acotarlo rápidamente y buscarle una solución con celeridad.

La etiqueta identificadora cuenta con dos códigos de barras:

El primer código el **DUN 14**:

- Está conformada por el código EAN que identifica el producto individual, excluido el dígito verificador.
- Se antepone una cifra que se denomina "variable logística" y que indica la cantidad de unidades de consumo que contiene la unidad de despacho.
- La última posición del DUN-14, es el dígito verificador que surge de un algoritmo determinado, utilizando los 13 dígitos precedentes.



Figura 7.15 Código de barras con la codificación DUN-14

El segundo código **EAN 128-SSCC** hace referencia al número de caja que se ha expedido. Se trata de un número de intervención que es usado por todos los participantes de la cadena de trazabilidad exclusivo para identificar y realizar el seguimiento de los productos desde el fabricante hasta el receptor final.



Figura 7.16 Código de barras con la codificación EAN128-SSCC

La etiqueta identificadora que se adhiere a las cajas en el proceso de etiquetado está compuesta por códigos de barras que aportan la siguiente información:

- Día y hora de producción.
- Nave de procedencia
- Fecha preferente de consumo
- Estuche utilizado y procedencia
- Tamaño del huevo

Existen cajas de diferentes capacidades: 7 docenas, de 12 docenas, de 20 docenas... Toda la información de la etiqueta queda registrada internamente en la base de datos del software de gestión del sistema, la cual va asociada a un código identificador que lleva la etiqueta. Esta etiqueta será clave en el proceso de trazabilidad de la empresa, ya que una vez haya salido el lote de la compañía, en el caso de que hubiera un problema, se relacionará con los datos del sistema de gestión de la empresa asociados a la etiqueta, permitiendo acotar el problema rápidamente.

Además de esta etiqueta que se coloca en cada caja, se coloca a cada pallet una etiqueta identificadora, que lleva asociada toda la información relativa a todas las cajas que componen el pallet. Esta etiqueta es fundamental para el control de almacén y de stocks, otorgándole a los productos un eslabón más en la cadena de trazabilidad.

Existen distintas maneras de solventar algún problema en el caso de que el pallet en cuestión no se vaya a vender. Se lleva a cabo un programa de reetiquetado, en el que la

etiqueta que está establecida ya no representa el pallet en cuestión, sino que se fragmenta y se establece que el lote está compuesto por X cajas de 12 docenas, Y cajas de 20 docenas...

Una vez paletizadas las cajas y llevadas hacia el almacén, se asocian cada una de las cajas con el pedido recibido, lo que hará que la caja sea enviada al lugar solicitado.

Posteriormente, cuando los lotes de producto salen del almacén hacia los camiones de reparto, se marcan con una pistola identificadora, para indicar al software de gestión que sus productos han salido del almacén. Para finalizar, el último eslabón de la cadena de trazabilidad es la entrega de productos al comprador, que también queda registrado en el software de la empresa.

Cabe destacar que en los albaranes se representa la trazabilidad seguido por el producto en cuestión. Los albaranes también reflejan la trazabilidad seguida por lotes de huevos procedentes del exterior, así como la trazabilidad seguida por los estuches de huevos fabricados en el exterior. De este modo se conoce con toda certeza toda su trazabilidad, registrándola en el sistema de gestión de la empresa. Como todos los productos de la compañía, los productos adquiridos externos a la empresa poseen su propia etiqueta identificadora y al igual que antes, será pinchada con un lector de mano de tal manera que quede registrado el producto en el sistema de gestión.

Dispositivos de trazabilidad utilizados

- Etiquetas identificadores de código de barras.
- Impresoras de etiquetas de códigos de barras.
- Software de gestión empresarial para control de la trazabilidad.
- Lector fijo de códigos de barras.
- Lectores de mano de código de barras.
- Servicio de auto-venta de las furgonetas.

7.4.2.1.- Ventajas del código de barras como sistema de trazabilidad en Avícola Navarra

El código de barras viene usándose desde hace ya algunas décadas y su uso está ya muy extendido entre todas las empresas. Entre las múltiples ventajas que se observan al utilizar el código de barras como sistema de trazabilidad en Avícola Navarra se pueden caracterizar las siguientes:

- Solución establecida desde hace tiempo en las empresas que cumple satisfactoriamente la normativa existente.
- Los empleados están acostumbrados a aplicar una metodología de trabajo desde hace tiempo y lo realizan fácilmente.
- La solución es relativamente barata en comparación con otras soluciones del mercado.
- Sencilla de establecer en una empresa. Existen empresas a las que poder imitar.
- Es el sistema de trazabilidad más aplicado, y por tanto, la mayoría de proveedores y clientes lo utilizan.

Con todo esto, parece que el código de barras es un sistema de trazabilidad muy aconsejable; sin embargo tiene sus limitaciones y puede ser reemplazado por otros.

7.4.2.2.- Inconvenientes del código de barras como sistema de trazabilidad en Avícola Navarra

Aunque el código de barras es un sistema de trazabilidad muy efectivo y muy empleado, tiene una serie de factores que limitan su utilización. Por estas razones han aparecido otros sistemas de trazabilidad que pretenden sustituir al código de barras en el futuro.

Los principales inconvenientes que aparecen con el uso del código de barras en las empresas como Avícola Navarra son:

- Aparición de errores de lectura del código de barras.
- Mucho tiempo empleado en ir leyendo una a una cada una de las etiquetas identificadoras.
- Un número de serie de la etiqueta se corresponde en el sistema de gestión con una cantidad grande de datos, pero en sí misma la etiqueta no almacena información.
- Necesidad de modificación del sistema de trazabilidad en cuanto un proveedor se lo exija.

- Las etiquetas de código de barras se pueden dañar con facilidad.
- Cantidad limitada de información.
- La información es estática, no es modificable.

Ante estos inconvenientes percibidos puede aparecer la necesidad de poder implantar un nuevo sistema de identificación más moderno como puede ser el RFID. En el siguiente apartado describiremos en qué medida se podría implantar el RFID en una empresa de un tamaño mediano como puede ser Avícola Navarra.

8.- Adecuación del RFID a la empresa Avícola Navarra

8.1.- El RFID en la actualidad

El RFID es una tecnología que se está estableciendo en el mercado poco a poco, por los beneficios que puede reportar a largo plazo. Sin embargo, debido a la crisis actual y al coste que supone su implantación, las empresas muestran recelo a la hora de invertir en esta tecnología.

El RFID es el sistema más moderno de trazabilidad, está basado en la auto-identificación, y gracias a él se abre una nueva época de intercambios globales. Con esta novedosa tecnología se puede conocer a la perfección la trazabilidad que sigue el producto en el proceso productivo. Aunque el resto de sistemas de trazabilidad cumplen con la legislación, el RFID da un paso más allá, ofreciendo unas posibilidades enormes que facilitarían los intercambios entre las diferentes compañías.

Aunque la implantación del RFID en las empresas está siendo lenta, se van observando los beneficios que reporta la tecnología a las empresas que lo utilizan, como se ha visto en el capítulo de aplicaciones.

8.1.1.- Ventajas del RFID como sistema de trazabilidad en Avícola Navarra

El RFID es una tecnología novedosa y puede aportar multitud de aspectos positivos al implantarse en una empresa. Las ventajas o beneficios que podría aportar el RFID como sistema de trazabilidad en la empresa Avícola Navarra pueden ser múltiples.

- Posibilidad de tener un stock de huevos en la planta en tiempo real, con un control detallado del mismo.
- Agilidad y control en el proceso de almacenamiento, eliminando una gran cantidad de tiempo empleado en ir leyendo una a una todas las cajas con una pistola lectora.
- Establecimiento de una cadena de trazabilidad total, donde quedan registrados todos los procesos por los que pasan nuestros lotes de productos.
- Conocimiento exacto del momento en que las cajas con los huevos abandonan la planta y actualización instantánea del stock correspondiente.

- Beneficios procedentes de la reducción de tiempos necesarios utilizado por los empleados para la lectura de los códigos de barras de los productos que entraban al almacén.
- Eliminación de errores de lectura.
- Posibilidad de entrar en una red de mercado global, que permite interactuar con empresas que posean el mismo sistema de trazabilidad, facilitando las comunicaciones entre ambas partes y aportando una mayor información al consumidor.
- Inmejorable posicionamiento en el caso de que un cliente exija a la empresa Avícola Navarra como proveedor el tener instalado en todos sus productos el RFID.
- Estar preparado en el caso de que surja un problema de calidad de alguno de lotes de huevos, detectar el problema, localizarlo y aportar una solución al problema con mayor celeridad. Permite incluso seguir la trazabilidad del pienso con el que se alimenta a las gallinas y pollos en caso de que surja algún problema.
- Mayor control en todos los procesos de distribución de los productos.

8.1.2.- Inconvenientes del uso del RFID en la empresa Avícola Navarra

La implantación del RFID en las empresas no es siempre ventajosa. Lleva asociados unos costes que frenan a las empresas a realizar inversiones en estos tiempos de crisis; más aún cuando tienen el problema de la trazabilidad solucionado como es en este caso Avícola Navarra.

Los principales inconvenientes que aparecen con la implantación del RFID en la empresa Avícola Navarra son:

- El RFID es una tecnología que lleva un coste asociado elevado. Además del equipo, su implantación también es bastante costosa. La tecnología es joven, por lo que los precios son bastante elevados. Tardará un tiempo hasta que los costes de implantación sean lo suficientemente atractivos para que las empresas se animen a implantar la tecnología
- No está muy extendido, lo cual supone que las empresas no tienen muchas compañías donde fijarse para poder imitar y seguir su ejemplo.

- Aunque se ha avanzado bastante en este tema, es conveniente la creación de unas reglas internacionales de estandarización, para poder unificar todo lo referente a la tecnología.
- El mantenimiento de equipos para su correcto funcionamiento también es bastante caro en comparación a los equipos de código de barras.

8.2. - Frecuencia de trabajo

En la implantación de un equipo de RFID podríamos pensar fundamentalmente en trabajar en alta frecuencia HF (13.56 MHz) o en ultra alta frecuencia UHF (433 MHz, 860 MHz, 928 MHz) ya que son las frecuencias más comúnmente utilizadas.

Alta frecuencia (13.56 MHz)

Utiliza la banda de HF (High frequency), su respuesta en presencia de líquidos es buena, la velocidad de comunicación es aceptable para sistemas estáticos o de baja velocidad, su rango máximo de lectura es alrededor de un metro y sus principales aplicaciones se encuentran en librerías, identificación de contenedores y 'smart cards'.

Ultra Alta Frecuencia (868-928 MHz)

Opera en la banda de UHF (ultra high frequency). Entre sus puntos positivos está el rango de lectura (que alcanza hasta 9 metros), su velocidad de lectura (1200 Tags/seg.) y el bajo costo de los tags. Sus principales aplicaciones se encuentran en la cadena de abastecimientos, telepeajes e identificación de bultos pallets y equipajes.

Debido a las características del problema y al volumen de bultos que se mueven en la empresa, seleccionaremos para trabajar la frecuencia UHF (ultra high frequency). También tendremos en cuenta que el coste de los tags que trabajan en UHF es bastante menor que el de los tags que trabajan en HF. Además, considerando que la mayor parte de casos estudiados anteriormente utilizan UHF en su funcionamiento, optaremos por dicha frecuencia de trabajo.

8.3.- Dispositivos para la utilización del RFID como sistema de trazabilidad

A partir del layout establecido en el apartado anterior, procederemos a estudiar la implementación de un sistema RFID en la planta de Avícola Navarra. Los dispositivos utilizados a una frecuencia UHF (868-928 MHz), serán los siguientes:

- ***Impresoras RFID***
- ***Tags RFID***
- ***Portales fijos***
- ***Lectores fijos***
- ***Lectores de mano***
- ***Middleware***

Impresoras RFID

Deberán ser sustituidas las impresoras de etiquetas de códigos de barras, por impresoras RFID. Un total de 6 impresoras, una por cada zona de clasificación (XL+,XL-, L+,L-, M+,M-), además de una impresora para la zona de paletizado. Cada vez que en la zona de etiquetado pulsen el pulsador para obtener una etiqueta, saldrá una etiqueta que lleva incorporado un chip RFID. Esto supondrá un gran coste para la organización.

Dispositivo utilizado:

Zebra R170Xi RFID Printer

Encontramos una impresora/codificadora de RFID diseñada especialmente para aplicaciones de alto volumen, donde no hay tiempo de descanso. Tiene una resolución de impresión de 300 dpi (puntos por pulgada) y una capacidad de impresión de 6.6" hasta 8" de ancho por segundo (ips). Tiene la capacidad para imprimir etiquetas muy resistentes. Fácilmente puede imprimir grandes cantidades de AIAG ODETTE UCC-EAN-128 y se puede adaptar a otras etiquetas.

Se puede adaptar y actualizar a nuevos protocolos de RFID que emerjan. De hecho, actualmente puede soportar los siguientes protocolos EPC Gen 1 Class 1, EPC Gen 1 Class 0, EPC Gen 2 Class 1, Matrics 0+, ISO18000-06, y Philips UCODE 1.19. Capacidad para codificar etiquetas en UHF.



Figura 8.1 Impresora Zebra R170Xi

5,499.88 \$ (www.shopping.com, Mayo 2010)

Tags RFID

Se colocarán los rollos de tags RFID en el interior de las impresoras RFID. Posteriormente cada vez que se pulse el botón del puesto de etiquetado correspondiente, saldrá una etiqueta RFID que se aplicará en cada uno de los productos que sea necesario. Un ejemplo de etiqueta RFID son las Printronix RFID Smart Labels.

Printronix RFID Smart Labels

- Tamaño: 4 pulgadas x 6 pulgadas
- 500 etiquetas por cada rollo
- Capacidad de almacenamiento 96 bit
- Soporta el código EPC Global
- Frecuencia de trabajo UHF



Figura 8.2 Etiquetas RFID

140, 00 \$(www.nextag.com, Mayo 2010)

Portales Fijos

Se deberán colocar en cada uno de los puntos por donde se desplaza las mercancías etiquetadas a través de la planta. En el layout de la planta trazado, se han numerado de 1 a 3 en azul los puntos clave donde es necesario colocar portales fijos para tener un

control de las mercancías, que coincide con los accesos que hay entre las diferentes áreas de la planta. Cada portal fijo tendrá en consideración cada vez que una mercancía entra y sale de la planta.

Dispositivo utilizado:

Alien ALX-9010 Portal

ALX-9010



1,950,00 \$ (www.buyrfid.com, Mayo 2010)

Figura 8.3 Portal lector RFID

**Las características ya están especificadas con anterioridad.*

Lector Fijo

Se colocará un lector fijo de RFID justo antes de la zona de paletizado. Se colocará en la cinta transportadora que lleva las cajas desde la zona de etiquetado hacia la zona de paletizado. Se contabilizará el número de cajas que pasan por ese punto, para poder parar la cinta cuando hayan pasado un número exacto de cajas para poder completar el pallet. Además se registrará la información referente a cada una de las cajas que pasan por ese punto.

Dispositivo utilizado:**IF4 Lector fijo**

3,509.00 \$ (www.scansource.com, Mayo 2010)

Figura 8.4. Lector fijo IF4

**Las características ya están especificadas con anterioridad.*

Lectores de mano

Se utilizarán lectores de mano a lo largo de toda la planta. Serán muy útiles a la hora de asociar cada uno de los pedidos con la caja correspondiente. También será muy útil para los empleados que entregan las mercancías en su punto de destino, ya que podrán registrar las mercancías que ya han sido entregadas.

Dispositivo utilizado:**Lector RFID portátil IP4**

Figura 8.5. Lector portátil IP4

**Las características ya están especificadas con anterioridad.*

Middleware

Como se ha mencionado con anterioridad el middleware es una aplicación que reside entre los dispositivos de hardware de la tecnología RFID (tags, lectores, antenas...) y el software de gestión empresarial que se tiene instalado en la empresa. Sus principales misiones consisten en la gestión de lectores, el filtrado de datos, y el control de la infraestructura.

Dispositivo utilizado:

Middleware IBM WebSphere RFID Premises Server

La compañía IBM es un partner tecnológico de la compañía Intermec y sus productos están completamente compatibilizados los unos a los otros. El coste de la implantación del Middleware en la empresa es difícil de calcular, porque depende de multitud de factores como son el tamaño de la empresa, la cantidad de dispositivos a los que da soporte, número de servidores necesarios en la planta para dar soporte.

En el caso de la empresa Avícola Navarra, el número de procesadores Middleware para dar soporte a la empresa será uno, ya que se trata de una empresa pequeña con pocos trabajadores y no demasiados procesos. El coste unitario de implantación por procesador es de aproximadamente unos 45.000 \$.

8.4.- Análisis de beneficios y costes de la implantación de un sistema RFID en la empresa Avícola Navarra.

En este apartado nos detendremos a estudiar los beneficios y costes que podría suponer la implantación de un equipo RFID en la empresa Avícola Navarra. Aunque no se pueden conocer con exactitud los beneficios y los costes que supondría la implantación, realizaremos una serie aproximaciones y simulaciones en unos escenarios, para aproximar y ser conscientes de los efectos que podría tener un equipo RFID en la empresa Avícola Navarra.

8.4.1.- Beneficios provenientes del equipo RFID

El cálculo económico de los beneficios provenientes del RFID es dificultoso, ya que es difícil calcular los flujos de retorno de la inversión. En un intento de acercarnos al problema en cuestión vamos a ir simulando las ganancias y ahorros en una serie de escenarios, de manera que facilitaremos la comprensión del funcionamiento del equipo.

Desafortunadamente, no existen documentados demasiados casos prácticos de análisis de ahorros y costes en la implantación de la tecnología RFID. Debido a la limitada cantidad de datos que encontramos disponible realizaremos aproximaciones a la hora de estimar los beneficios.

De todos los beneficios que podrían derivar con la implantación de un equipo RFID nos vamos a centrarnos en dos:

- Ahorro de costes proveniente de la reducción de tiempo a la hora de realizar un inventario.
- Ahorro de costes proveniente de la reducción de artículos perdidos

Ahorro de costes provenientes de la reducción de tiempo a la hora de realizar un inventario

Avícola Navarra es una empresa que se caracteriza por tener un gran inventario de productos almacenados. Además, al tratarse de una empresa del sector alimentario, sus productos deben estar un tiempo limitado almacenados ya que poseen una fecha de caducidad determinada. Por esta razón hay que llevar un control de inventarios ágil y eficiente, con la menor tasa de errores posible.

Actualmente, para realizar un inventario de los productos almacenados por la empresa, el operario deberá acercarse a las cajas con una pistola lectora de código de barras e ir leyendo una a una todas, con el tiempo que ello supone. Mediante el empleo del RFID el tiempo se reduce drásticamente. En el caso de que hubiera RFID implantado, el tiempo de lectura invertido sería mucho menor, ya que con un lector RFID se lee todos los productos sin necesidad de tener la pistola apuntando directamente a la etiqueta. Al pasar el lector cerca de las etiquetas RFID se identifican todas las etiquetas automáticamente sin necesidad de apuntar directamente a ninguna de ellas. La reducción de tiempo empleado suele ser del 90% según se han consultado diferentes informes (*“cost-benefit analysis of an RFID asset tracking system”*, Shayne Pidding).

Como hemos mencionado con anterioridad la producción diaria de huevos es de 450.000. Tendremos en cuenta que en almacén contamos con las cajas de huevos, los estuches de los huevos, las cajas de almacenaje de las docenas...Vamos a estudiar el supuesto de que haya 1000, 2000, y 5000 productos almacenados. Consideraremos que el tiempo de lectura de cada producto con código de barras es de 10 segundos. Del mismo modo supondremos que el tiempo de lectura de cada producto mediante el RFID es de 1 segundo.

De este modo nos quedará una comparativa de tiempos entre el código de barras y el RFID de la siguiente manera:

Supuesto 1: *El almacén cuenta con 1000 productos almacenados*

	<i>Código de barras</i>	<i>RFID</i>	<i>Tiempo ahorrado</i>
<i>Total de lecturas</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>	
<i>Tiempo de lectura por producto (secs)</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>9</i>
<i>Tiempo de lectura total (horas)</i>	<i>2.77</i>	<i>0.3</i>	<i>2.47</i>

Supuesto 2: *El almacén cuenta con 2000 productos almacenados*

	Código de barras	RFID	Tiempo ahorrado
Total de lecturas	2000	2000	
Tiempo de lectura por producto (segs)	10	1	9
Tiempo de lectura total (horas)	5.55	0.55	5

Supuesto 3: *El almacén cuenta con 5000 productos almacenados*

	Código de barras	RFID	Tiempo ahorrado
Total de lecturas	5000	5000	
Tiempo de lectura por producto (segs)	10	1	9
Tiempo de lectura total (horas)	13.88	1.388	12.5

A continuación veremos un gráfico comparativo entre el código de barras y el RFID del tiempo empleado en hacer el inventario de existencias del almacén, en cada uno de los tres supuestos especificados con anterioridad.

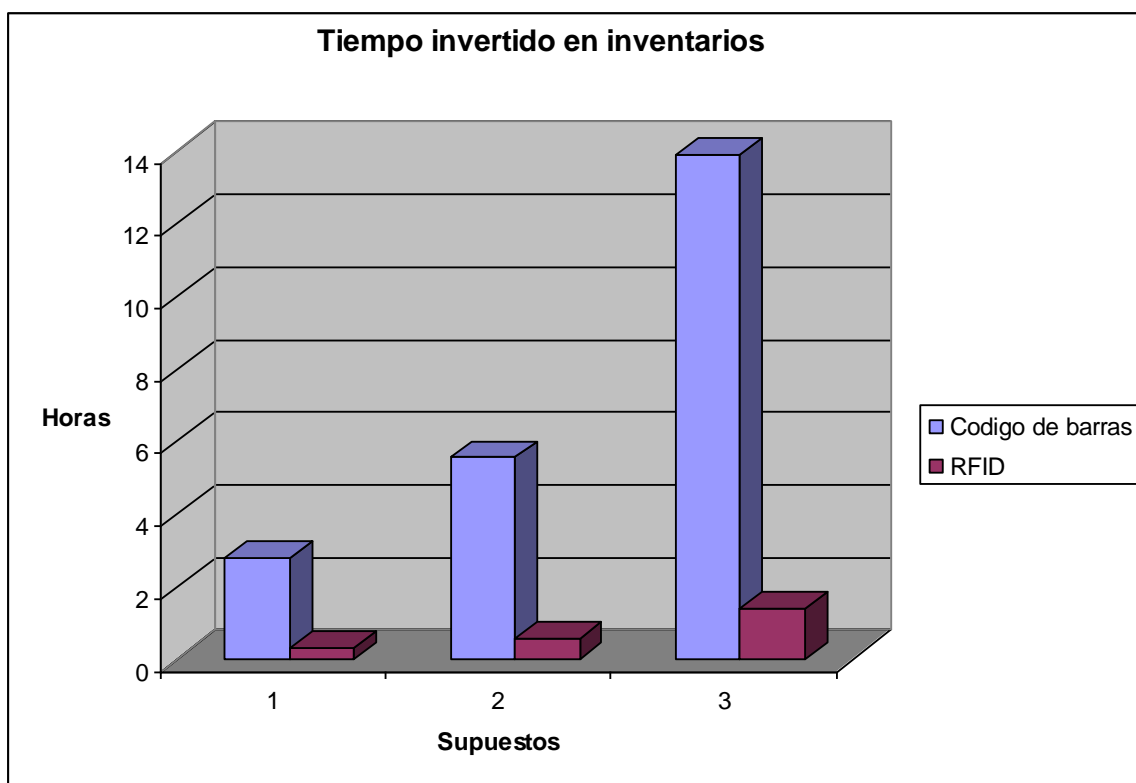


Gráfico 8.1. Tiempo invertido (horas) en los tres supuestos en la realización de inventarios

Se aprecia claramente en la gráfica como el tiempo invertido en la realización y gestión de inventarios es claramente inferior con el uso del RFID que con el código de barras. Como se ha comentado anteriormente los expertos suelen afirmar que el tiempo invertido en la realización y gestión de inventarios suele reducirse generalmente entre un 90% y un 95%,

Si tenemos en cuenta que la remuneración anual bruta de un trabajador de planta es de 18000 euros y que un convenio laboral anual suele constar normalmente de 1700 horas anuales, nos queda que:

Remuneración bruta _____ 18000 euros.

Añadimos el 40 % de Seguridad Social _____ 25200 euros.

Convenio Laboral (anual) _____ 1700 horas.

Coste hora de trabajo _____ 15 euros / hora.

Con todo esto, y a partir de los tres supuestos anteriores, analizaremos el ahorro monetario:

Supuesto 1: *El almacén cuenta con 1000 productos almacenados*

	Código de barras	RFID	Ahorro
Salario por hora (euros)	15	15	
Tiempo de lectura total (horas)	2.77	0.3	2.47
Coste total (euros)	41.55	4.5	37.05

Supuesto 2: *El almacén cuenta con 2000 productos almacenados*

	Código de barras	RFID	Ahorro
Salario por hora(euros)	15	15	
Tiempo de lectura total (horas)	5.55	0.55	5
Coste total (euros)	83.25	8.25	75

Supuesto 3: *El almacén cuenta con 5000 productos almacenados*

	Código de barras	RFID	Ahorro
Salario por hora (euros)	15	15	
Tiempo de lectura total (horas)	13.88	1.38	12.5
Coste total (euros)	208.2	20.7	187.5

A continuación vemos un gráfico comparativo entre el código de barras y el RFID, del coste que tiene hacer el inventario de existencias del almacén.



Gráfico 8.2. Coste (euros) en los tres supuestos, para la realización de inventarios

Con los datos obtenidos a partir de las gráficas anteriores se aprecia cómo se reduce el coste invertido en la elaboración de inventarios.

Ahorro de costes provenientes de la reducción de artículos perdidos.

Es posible que existan artículos que queden sin etiquetar o que queden olvidados para el sistema de software de la empresa ya que no han sido registrados. También puede resultar que haya cajas de huevos que queden sin paletizar por culpa de un despiste humano y queden perdidas. Estos artículos suponen una pérdida para la empresa ya que no pueden ser comercializados. Debido fundamentalmente a que se trata de productos perecederos y que la empresa tiene el compromiso de poner en circulación sus productos en un plazo máximo de un día, estos productos suponen una pérdida para la empresa, desde el momento que no puede cumplirse dicha premisa.

Gracias a la implantación del RFID se reducirá un gran porcentaje de éstos productos perdidos. Cuando cada producto etiquetado atraviese los portales de lectura, quedará

registrado en el software de gestión y se tendrá conocimiento exacto de su existencia y situación en el almacén.

Vamos a crear varios escenarios de simulación, donde existe un porcentaje de productos desaparecidos que se traducen en pérdidas. Supondremos que en el almacén existe un stock de 2000 productos en total y que el porcentaje de productos perdidos será del 0,5%, 1%, 2%. Supondremos que el coste medio de producto perdido será de 10 de euros. Vamos a suponer también, que gracias al RFID se reduce un 90% estas pérdidas.

Supuesto 1: **0,5% de productos perdidos**

	Código de barras	RFID
Número de productos en stock	2000	2000
Productos perdidos	10	1
Coste productos perdidos(euros)	100	10

Supuesto 2: **1 % de productos perdidos**

	Código de barras	RFID
Número de productos en stock	2000	2000
Productos perdidos	20	2
Coste productos perdidos(euros)	200	20

Supuesto 3: **2% de productos perdidos**

	Código de barras	RFID
Número de productos en stock	2000	2000
Productos perdidos	40	4
Coste productos perdidos(euros)	400	40

A continuación observamos unas gráficas que representan la variación de pérdidas de productos que se ha tenido gracias a la implantación del RFID, en cada uno de los tres supuestos anteriormente definidos.

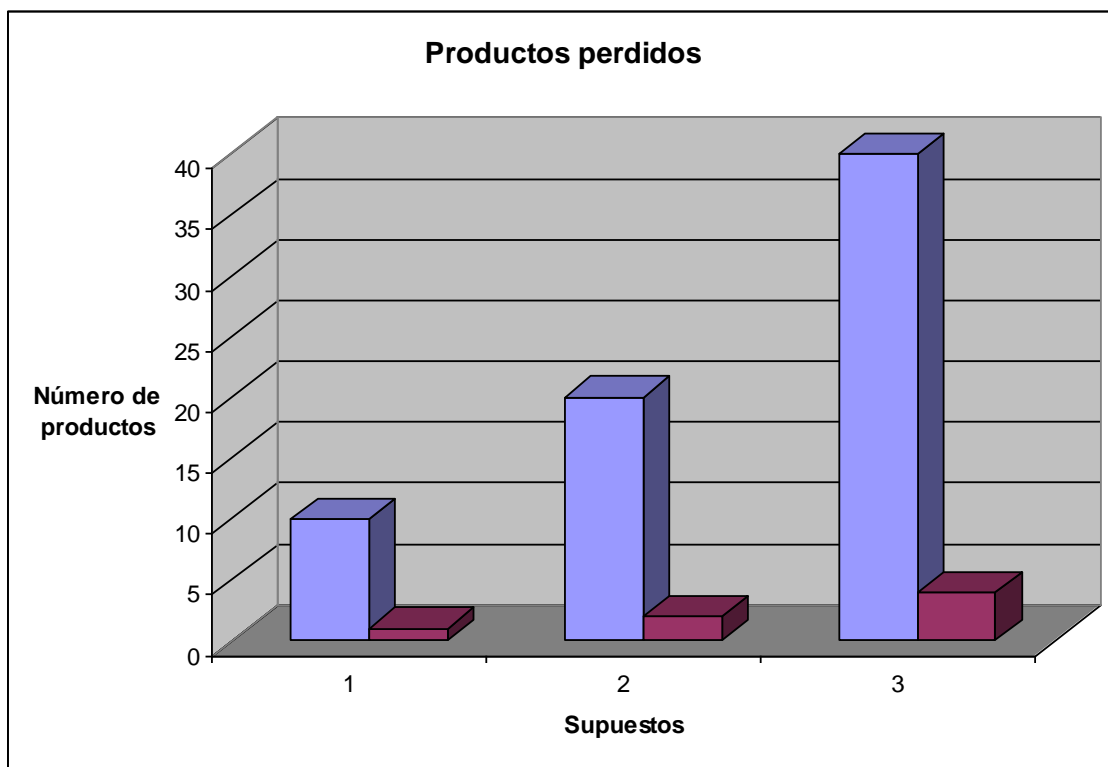


Gráfico 8.3. Productos perdidos en cada uno de los tres supuestos

Como podemos observar, el empleo del RFID nos sirve para llevar un mejor control de las existencias en la planta. Se reducen las pérdidas de productos, que al ser estos perecederos supondrían una pérdida total del valor del lote.

8.4.2.- Análisis de costes del equipo RFID

En este apartado vamos a proceder a realizar un estudio de los costes que lleva asociados la implantación de un sistema de tecnología RFID en la planta de Avícola Navarra. Vamos a calcular únicamente los costes que supondría la compra de los dispositivos, sin tener en cuenta los costes de instalación y de implantación de la tecnología en la planta.

Así pues, nos quedaría que los costes a tener en cuenta son los de los siguientes dispositivos:

- **Impresoras RFID**

Utilizaremos 7 impresoras RFID que sustituirán a las ya existentes. Se colocarán 6 impresoras para cada uno de los puntos donde se etiquetan las cajas y otra impresora en el puesto de paletización que sacará la etiqueta RFID correspondiente al pallet.

- **Tags RFID**

Los tags RFID vienen fabricados en forma de etiqueta inteligente adhesiva, similar al código de barras. Se encuentran en forma de etiquetas enrolladas, que se colocan en la impresora RFID. La impresora RFID se encargará de codificar la etiqueta en función de las necesidades planteadas.

- **Portales fijos**

Se colocarán tres portales fijos en cada una de los accesos que se han diferenciado en el Layout de la planta. Los portales, que cuentan con lectores fijos, leerán el conjunto de las cajas registrando la información correspondiente.

- **Lectores fijos**

Se colocará un lector fijo en el curso de la cinta transportadora que lleva las cajas desde la zona de etiquetado hasta la zona de paletizar.

- **Lectores de mano**

Se adquirirán 5 lectores de mano, uno para ser usado en el almacén de la planta para poder asociar y registrar las cajas con los pedidos correspondientes que aparecen en los albaranes. Los otros cuatro lectores serán llevados en las furgonetas y camiones de reparto, y se usarán cuando haya que registrar la entrega de mercancías, ya que se supone que los clientes no disponen de RFID.

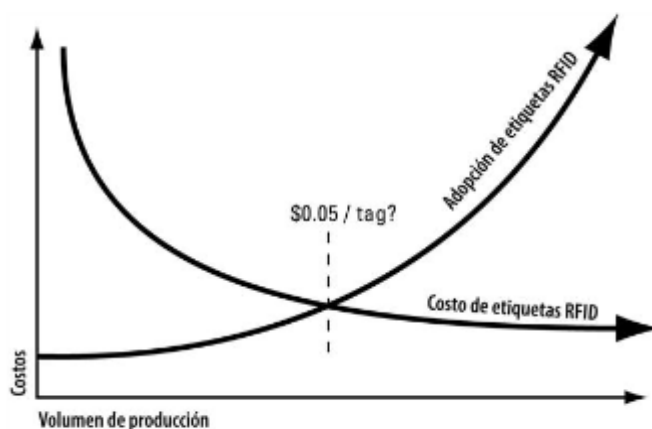
- **Middleware**

Se adquirirá un procesador de middleware, ya que se trata de una empresa relativamente pequeña y no con demasiados procesos. El Middleware será implementado por una compañía especializada y actuará de nexo de unión entre los dispositivos de RFID instalados en la planta y software de gestión que se maneja en la empresa.

Coste del sistema el primer año

En este apartado vamos a calcular el coste que supondrá la implantación del sistema de la tecnología RFID en la empresa. Se tendrán en cuenta los valores unitarios actuales de mercado. Es previsible que de aquí a unos años bajen los precios, aunque como se aprecian a continuación actualmente son bastante caros.

Si tomamos por ejemplo el coste de los tags, vemos como el precio actual para 500 etiquetas *Printronic* es de 140 dólares (www.nextag.com), obteniéndose que el coste unitario por etiqueta es de 0.28 \$. Según estudios realizados, la tecnología RFID utilizada será rentable y no supondrá pérdidas para la empresa cuando el coste del tag sea de 0.05\$. A continuación se aprecia una gráfica que hace referencia a este dato:



Vamos a calcular el coste anual que supondría tener implementado una tecnología RFID el primer año de implantación. Sabiendo que el año 2010 tiene 365 días y que la producción diaria de huevos es de 450000, entonces la producción anual será de 164250000 huevos, o lo que es lo mismo 13687500 docenas de huevo. Como se ha mencionado con anterioridad, las cajas donde se colocan los huevos tienen una capacidad para 7,12 y 20 docenas. Vamos a aproximar que el número de etiquetas utilizadas en un año aplicando cada etiqueta a una caja, rondará el millón.

Dispositivo	Modelo	Coste unitario (dollars)	Unidades	Coste total
Impresoras RFID	<i>Zebra R170Xi RFID Printer</i>	5,499.88 \$	7	38,499.16 \$
Portal Fijo	<i>AlienALX-9010 Portal- Alien</i>	1,950.00 \$	3	5,850.00 \$
Lector Fijo	<i>IF4 Lector fijo- Intermec</i>	1,873.70 \$	1	1,873.00 \$
Lector de mano	<i>Lector RFID portátil IP4- Intermec</i>	1,786,00 \$	5	8,930.00\$
Middleware	<i>Middleware IBM WebSphere RFID Premises Server</i>	45,000.00 \$	1	45,000.00 \$
Tags RFID	<i>Printronix RFID Smart Labels</i>	0.28 \$	1000000	280,000 \$
				380,152.16 \$

Luego el coste total de la inversión que habrá que realizar para implantar un sistema de tecnología RFID en la empresa Avícola Navarra será de 380,152.16 \$

Si tenemos en cuenta también, como se ha especificado con anterioridad que el coste de mantenimiento será alrededor de un 8 % del coste del presupuesto anual que ha tenido el proyecto, entonces a todo el coste anteriormente calculado habrá que sumarle dicho coste:

COSTE DE MANTENIMIENTO (ANUAL):

$$380152.16 \$ * 0.08 = 30,412.17 \$$$

Además de todo esto, habrá que tener en cuenta el coste de mano de obra de implantación de todo el equipo de RFID en la empresa.

Con todo esto, el total del dinero presupuestado por la compañía en el primer año para la implantación del sistema RFID deberá de ser de:

$$\text{Coste total} = 380,152.16 \$ + 30,412.17 \$ = 410,564.33 \$$$

A 7 de Junio de 2010 1 euro vale 1,1941 dólares luego; el coste total es de:

$$\text{Coste total} = 343,827.42 €$$

Aunque es muy difícil calcular el retorno de la inversión, en palabras de uno de los mayores expertos del RFID en España, **Jaime Puigbó**, “**como la mano de obra tiene tendencia a subir y la tecnología a bajar, se considera que se puede alcanzar el ROI (retorno de la inversión) en dos o tres años, ya que con la RFID ofrecerá más y mejores servicios que le reportarán más ingresos.**”

Se puede esperar que una inversión de este tipo, pueda ser rentabilizada en 2 o 3 años.

Coste del sistema durante tres años

Vamos a realizar ahora una previsión de gastos del RFID a lo largo de tres años. Cabe destacar, que a partir del primer año, el único gasto que se tendrá será el gasto de mantenimiento y el gasto de los tags. En la tabla, denominaremos como año 0, al momento de la implantación del equipo. Así pues, nos quedará algo de la siguiente forma:

Dispositivo	Unidades	Año 0	Año1	Año2	Año3
RFID Tags	1000000	280,000 \$	280,000 \$	280,000 \$	280,000 \$
Impresoras RFID	7	38,499.16 \$	0 \$	0 \$	0 \$
Lectores fijos	1	1,873.00 \$	0 \$	0 \$	0 \$
Portal fijo	3	5,850.00	0 \$	0 \$	0 \$
Lector de mano	5	8,930.00\$	0 \$	0 \$	0 \$
Middleware	1	45,000.00 \$	0 \$	0 \$	0 \$
Coste de mantenimiento		0 \$	30,412.17 \$	30,412.1 \$	30,412.1 \$
Coste total anual		380,152.1\$	310,412.1 \$	310,412.1 \$	310,412.1 \$
Coste total (3 años)		1,311,388.51 \$			

Porcentaje de coste de cada elemento del proyecto RFID

A continuación, vamos a estimar el porcentaje del coste total para el primer año, que supone cada uno de los dispositivos que formar parte del equipo RFID que se va a instalar.

Dispositivo	RFID Tags	Lector fijo	Lector portatil	Impresora	Portal fijo	Middleware	Mantenimiento
Porcentaje	68,1%	0,4%	2,2%	9,2%	1,3%	10,8%	8%

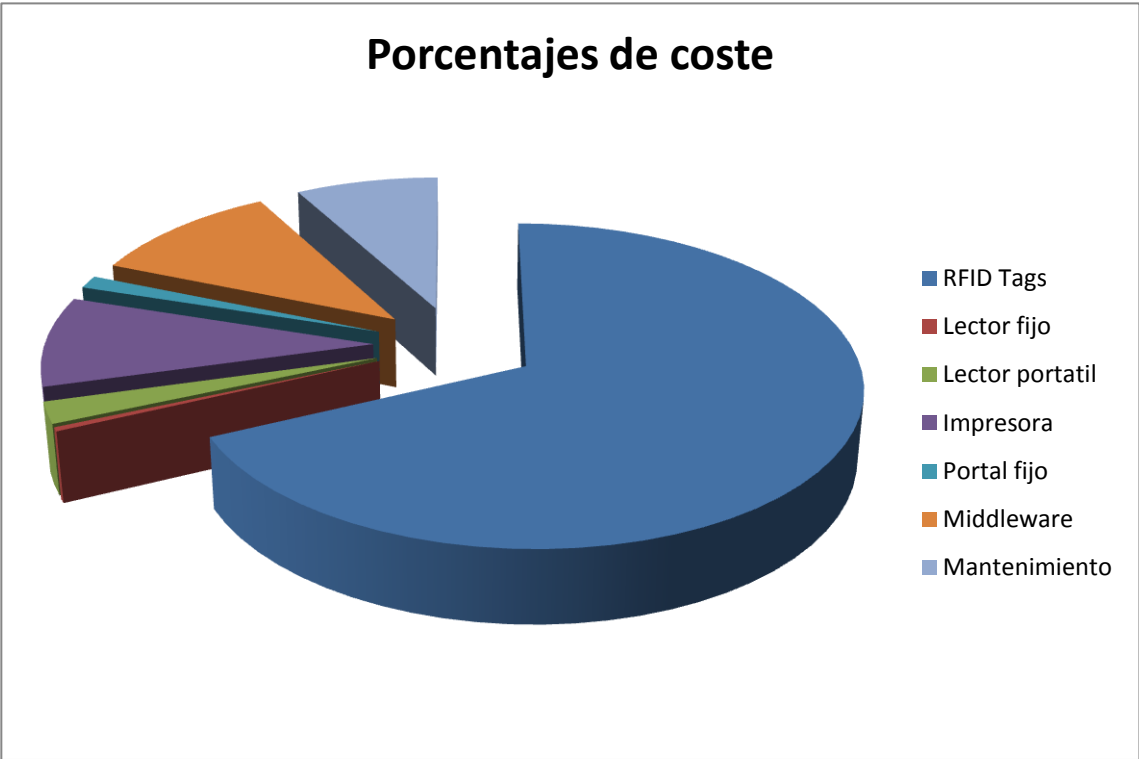


Gráfico 8.4. Porcentaje de coste de cada uno de los dispositivos RFID sobre el coste total

Como se aprecia en la gráfica de sectores el mayor porcentaje del presupuesto se lo lleva el coste de los RFID tags. Avícola Navarra es una empresa que debido a su gran volumen de producción, necesita gran cantidad de etiquetas RFID. Actualmente su coste es de alrededor 0,28 dólares por unidad. Esto provoca el alto coste del total de las etiquetas, provocando un gasto desproporcionado con respecto al resto de dispositivos. Como se ha mencionado con anterioridad, según los expertos se cree que la tecnología RFID no comenzará a ser rentable hasta que el precio unitario del tag sea de alrededor de 5 céntimos de dólar.

8.4.3.- Creación de escenarios

Con motivo de darle una visión de negocio global al RFID, simularemos dos supuestos casos en los que será importante hacer un balance de los beneficios y costes que supondría la implantación de esta tecnología en la empresa. El primer escenario consistirá en la venta de una parte de la producción de Avícola Navarra a una gran superficie interesada en colocar a sus productos el RFID. El segundo escenario consistirá en que una gran superficie quiere comprar un gran porcentaje de la producción de avícola navarra, y para ello se piensa en una ampliación de negocio. Observaremos los beneficios que puede suponer a nivel de empresa y si compensaría la implantación del RFID.

Escenario 1

Una gran empresa comercializadora de huevos decide proponer a la empresa Avícola Navarra un negocio que se supone beneficioso para ambas partes. La gran superficie propone a la empresa Avícola Navarra que si incorpora el RFID a sus productos le comprará el 40 % del total de su producción al precio de 0.90 euros la docena. Tendremos en cuenta que el precio de producción y distribución de cada docena sale a 0.80 euros la docena. Analizaremos el coste de la inversión para la implantación del RFID en una parte de su producción.

Como sabemos la empresa Avícola Navarra adhiere a sus productos códigos de barras para garantizar la trazabilidad. Con este cambio al RFID la empresa aseguraría por contrato que el 40 % de su producción anual se encontraría vendida de antemano, con la tranquilidad que esto supondría para la empresa. Además es un precio razonable de venta gracias a la eliminación de intermediarios. Con anterioridad hemos visto cómo de costoso sería utilizar el RFID a nivel de caja, por lo que habrá que pensar donde saldrá más rentable la utilización del tag RFID. Avícola Navarra produce muchos productos y la aplicación del RFID a cada caja al precio establecido con anterioridad de 0,28 \$ no resulta nada rentable. Gracias a la utilización del RFID, la gran superficie adquiere la posibilidad de mejorar y agilizar su control de inventarios, así como la seguridad de que todos sus productos son de calidad y la visibilidad de la cadena de suministro que supone. Al igual que en los casos anteriores, vamos a analizar tres supuestos de colocación de la etiqueta.

Supuesto 1

Colocaremos la etiqueta en cada una de las cajas que van a enviar a la gran superficie. Como cada una de las cajas puede ser de 7, 12 y 20 huevos, tomaremos de media 13 docenas por caja para calcular el gasto aproximado en etiquetas que supondría anualmente la implantación de esta tecnología en la planta.

Producción anual vendida a la gran superficie: 5475000 docenas (40 % del total)

Número de cajas utilizadas para su distribución: 421154 cajas

Coste de implantación de los dispositivos de hardware RFID (sin etiquetas):

100152,16 \$ (se ha visto en apartados anteriores)

Que en euros es:

$100152,16 \$ / 1,194 = 83879,53 €$

Coste de las etiquetas

$421154 * 0,28 = 117924 \$$

Que en euros es:

$117924 \$ / 1,194 = 98763,82 €$

Coste Total (euros)

$83879,53 € + 98763,82 € = 182643,35 €$

Ahora vamos a calcular los beneficios producidos de la venta,

Precio de venta: 0,90 € /docena

Coste de producción y distribución: 0,80 € /docena

Margen de beneficio: 0,1 € /docena

Beneficios totales obtenidos

$5475000 * 0,1 = 547500 €$

Podemos concluir que los costes totales de la implantación del RFID en este supuesto, suponen un 33,35% de los beneficios totales de ese porcentaje de producción. Si tenemos en cuenta que además existen todos los costes que existían antes de la

implantación del RFID, vemos que el porcentaje obtenido es muy elevado y que producirá grandes pérdidas debido fundamentalmente al elevado coste de los tags.

Supuesto 2

Se colocará la etiqueta en cada una de las cajas que se van a enviar a la gran superficie. Se supondrá que con motivo de ahorrar espacio, se enviarán todas las docenas de huevos en cajas de 20 docenas. Así pues, nos quedará una análisis semejante al que se ha realizado con anterioridad, solo que ahora el número de cajas utilizadas será menor para llevar la misma cantidad de huevos a la gran superficie

Producción anual vendida a la gran superficie: 5475000 docenas (40 % del total)

Número de cajas utilizadas para su distribución: 273750 cajas

Coste de implantación de los dispositivos de hardware RFID (sin etiquetas):

100152,16 \$ (se ha visto en apartados anteriores)

Que en euros es:

$100152,16 \$ / 1,194 = 83879,53 €$

Coste de las etiquetas

$273750 * 0,28 = 76650 \$$

Que en euros es:

$76650 \$ / 1,194 = 64196 €$

Coste Total

$83879,53 € + 64196 € = 148075,6 €$

Ahora vamos a calcular los beneficios producidos de la venta,

Precio de venta: 0,90 € /docena

Coste de producción y distribución: 0,80 € /docena

Margen de beneficio: 0,1 € /docena

Beneficios totales obtenidos

$$5475000 * 0,1 = \mathbf{547500 \text{ €}}$$

Podemos concluir que los costes totales de la implantación del RFID en este supuesto, suponen un 27,04% de los beneficios totales de dicho porcentaje de la producción. Si tenemos en cuenta como en el caso anterior, que además existen todos los costes que existían antes de la implantación del RFID, vemos que el porcentaje obtenido sigue siendo muy elevado y que como en el caso anterior, producirá grandes pérdidas debido fundamentalmente al elevado coste de los tags.

Supuesto3

En este último supuesto y para tratar de reducir un poco más si se puede el coste de implantación del RFID, colocaremos la etiqueta RFID a nivel de pallet. Esta decisión de colocarla ahí se genera sabiendo que el 40 % de la producción va a ir a parar a la gran superficie. Además para tratar de optimizar el espacio de los pallets, se enviarán las docenas de huevos en cajas de 20. Realizaremos un análisis de manera similar a los anteriores, para tratar de ver si con esta suposición conseguimos reducir los costes hasta un punto que nos resulte atractivo el proyecto de implantación.

Producción anual vendida a la gran superficie: 5475000 docenas (40 % del total)

Número de cajas utilizadas para su distribución: 273750 cajas

Número de pallets utilizados para almacenar las cajas (12 cajas /pallet): 22813 pallets

Coste de implantación de los dispositivos de hardware RFID (sin etiquetas) :

100152,16 \$ (se ha visto en apartados anteriores)

Que en euros es:

$$100152,16 \$ / 1,194 = 83879,53 \text{ €}$$

Coste de las etiquetas

$$22813 * 0,28 = 6388 \$$$

Que en euros es:

$$6388 \$ / 1,194 = 5350,08 €$$

Coste Total

$$83879,53 € + 5350,08 € = \mathbf{89229,61 €}$$

Ahora vamos a calcular los beneficios producidos de la venta,

Precio de venta: 0,90 € /docena

Coste de producción y distribución: 0,80 € /docena

Margen de beneficio: 0,1 € /docena

Beneficios totales obtenidos

$$5475000 * 0,1 = \mathbf{547500 €}$$

Podemos concluir que los costes totales de la implantación del RFID en este supuesto, suponen un 16,29% de los beneficios totales de dicho porcentaje de la producción. Si tenemos en cuenta, como en el caso anterior, que además existen todos los costes que existían antes de la implantación del RFID, vemos que el porcentaje obtenido aunque parece que sigue siendo elevado y que puede generar pérdidas, ahora ya es mucho menor que en los supuestos anteriores. Esto nos puede llevar a pensar que de todos los supuestos, éste modo de etiquetado sería el óptimo para garantizar la trazabilidad de todos los productos con el menor coste posible.

Cabe pensar que además de los beneficios aportados por el contrato firmado con la gran superficie, aparecerán nuevos beneficios estratégicos fruto de la nueva posición de liderazgo innovador de la empresa. Esta nueva posición no solo consigue mantener las relaciones comerciales actuales, sino que permite alcanzar nuevos contratos y mejorar los actuales.

A continuación vamos comparar gráficamente los costes y beneficios calculados en los tres supuestos anteriores, que nos darán una visión comparativa de los costes que supondría la implantación.

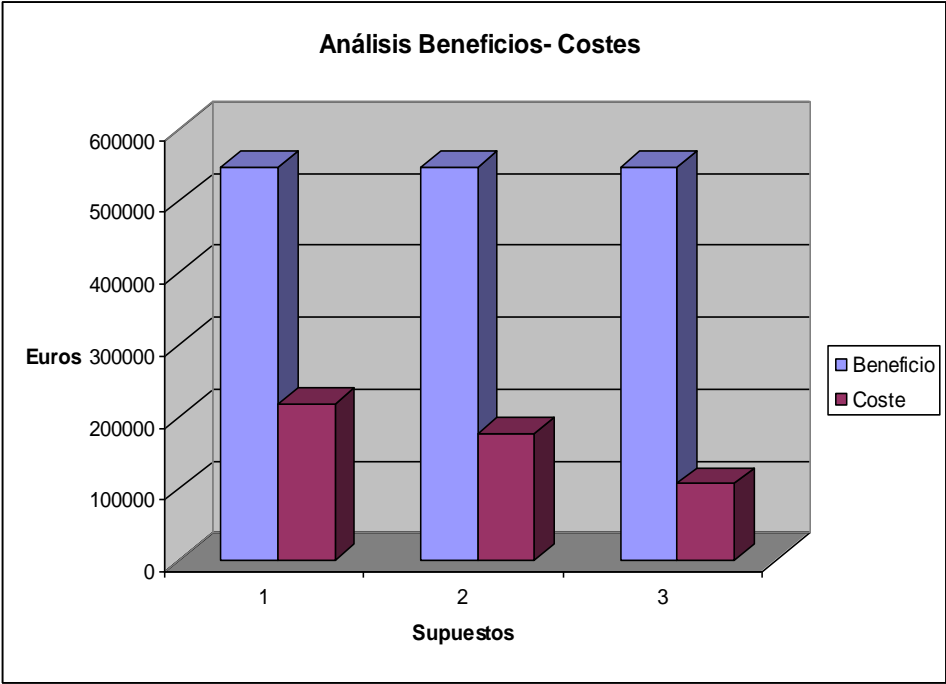


Gráfico 8.5. Análisis beneficios – costes del supuesto

Escenario 2

Suponemos ahora que la empresa Avícola Navarra que, cuenta con una nave sin utilizar, decide darle uso. Al igual que en el caso anterior, una gran superficie decide proponerle la compra de un 40% de su producción en el caso de que implemente el RFID en esos productos. En este caso también, el precio unitario de cada docena será de 0,90 euros. Tendremos en cuenta que el precio de producción y distribución de cada docena sale a 0,80 euros. Analizaremos el coste de la inversión para la implantación del RFID en una parte de su producción.

En este escenario, la empresa Avícola Navarra se plantea darle uso a una de sus naves inutilizadas. Una gran superficie le propone comprarle un 40 % de su producción con tal de que lleve incorporada la tecnología RFID. La empresa decide realizar una ampliación de negocio para la cual deciden comprar más gallinas y trabajar más horas por la tarde. Se realizará un estudio para ver los costes que supondría esta nueva inversión. En este caso, trabajaremos en el supuesto de que se coloca el tag en cada unidad paletizada y que todos esos productos que incorporan un tag se venden a la gran superficie. Para conseguir la producción deseada, será necesario comprar 90000 nuevos pollos al precio indicado posteriormente en el informe de la FAO. Supondremos que el coste de mantenimiento unitario de cada gallina vendrá incorporado en los 0,80 € del precio de producción de cada docena. Además, se decide que para posibilitar dicha producción es

necesario aumentar 2 horas y 30 minutos la jornada laboral empleando a 7 trabajadores en planta, pagándose el turno de tarde a 20 euros la hora.

Producción anual vendida a la gran superficie: 5475000 docenas (40 % del total)

Número de cajas utilizadas para su distribución: 273750 cajas

Número de pallets utilizados para almacenar las cajas (12 cajas /pallet): 22813 pallets

Coste de implantación de los dispositivos de hardware RFID (sin etiquetas):

100152,16 \$ (se ha visto en apartados anteriores)

Que en euros es:

$100152,16 \$ / 1,194 = 83879,53 €$

Costes de las etiquetas

$22813 * 0,28 = 6388 \$$

Que en euros es

$6388 \$ / 1,194 = 5350,08 €$

Coste de compra 90000 pollitos para posibilitar la producción

Coste lote de 300 pollitos

INSUMO	Costo total
1. Pollito	130,28
2. Concentrado de inicio (6 qq)	86,40
3. Concentrado de finalización (18 qq)	260,23
4. Vacuna New Castle	3,20
5. Vitamina y electrolitos	3,43
6. Antibiótico	5,00
7. Granza o cascarilla de arroz	1,71
8. Energía eléctrica	1,66
9. Combustible	10,00
Total	501,91

<http://www.fao.org/docrep/007/y5571s/y5571s06.htm>

Gráfico 8.6. Coste lote de 300 pollitos

Compraremos 300 lotes de 300 pollitos, con coste total de 150573 \$

Que en euros es

$$150573 \$ / 1,194 = 126108,04 €$$

Ampliación del turno de trabajo en 2 horas y media (7 trabajadores planta)

$$7 \text{ trabajadores} * 20 € / \text{hora} * 2,5 \text{ horas} * 295 \text{ días laborables} = 103250 €$$

Costes Total

$$83879,53 € + 5350,08 € + 126108,04 € + 103250 € = 318587,65 €$$

Ahora vamos a calcular los beneficios producidos de la venta,

Precio de venta: 0,90 € /docena

Coste de producción y distribución: 0,80 € /docena

Margen de beneficio: 0,1 € /docena

Beneficios totales obtenidos

$$5475000 * 0,1 = 547500 €$$

Beneficio obtenido

$$547500 € - 266962,65 € = 228912,35 €$$

A todo esto habrá que tener en cuenta que se suman los costes operativos de la puesta en funcionamiento de la fábrica, así como el coste de materias primas necesario, costes de personal...

8.4.4.- Conclusiones del Análisis

Lo primero de todo, habría que señalar las dificultades que existen al realizar un cálculo de los beneficios que implica la instalación de la tecnología RFID sin haber realizado una implantación de la misma. Se han estimado estos valores mediante la simulación de

distintos escenarios que dan una visión aproximada de lo que representaría su instalación.

En cuanto a los beneficios se refiere, se observa claramente de qué manera se reduce el tiempo de elaboración de inventarios mediante el uso de la tecnología RFID. Consecuentemente, se reduce el coste que representaría la elaboración del inventario por parte de uno de los empleados, provocando el ahorro de dinero para la empresa y permitiendo al empleado poder realizar más tareas y aprovechar de mejor manera el tiempo. Otro de los beneficios representados anteriormente por la implantación del RFID es la reducción de la pérdida de productos en la planta. Mediante el mayor control que se ejerce sobre los productos será más fácil controlarlos y consecuentemente más difícil que se pierdan. Cada vez que cada uno de los productos etiquetados atraviesa los portales de lectura se registra en el software de gestión permitiendo concretar su localización. En el caso de pérdida de uno de los lotes, éste será sencillo de localizar. Además el software dispondrá de alertas que permita establecer que un producto se encuentra perdido y no se le ha dado salida en la empresa. Consecuentemente por todo esto, se reducirán drásticamente las pérdidas.

Por otro lado vemos que la implantación de la tecnología RFID en la empresa será muy costosa. Se observa que existe un coste desproporcionado con respecto a los beneficios que se obtienen, debido fundamentalmente al coste unitario de los tag. Se ve que el coste del tag implementado en cada caja no sale rentable; sin embargo el coste del tag en la unidad de pallet si sale más económico. Además en esta empresa, se necesita una gran cantidad de etiquetas identificadoras. Como se ha mencionado con anterioridad, hasta que el coste unitario del tag no ronde los cinco céntimos de dólar, no se podrá implantar la tecnología RFID con la certeza de que será rentable para la empresa.

Las empresas probablemente no estarán dispuestas a realizar semejante desembolso para implantar una tecnología que ni siquiera es imprescindible para ellos. Ciertamente es que aparte de los beneficios cuantificados con anterioridad, existen una serie de beneficios no cuantificables, que son más del tipo de beneficios estratégicos. Con este tipo de beneficios la empresa conseguirá un mejor posicionamiento estratégico, venderá una imagen de empresa innovadora y con una mejora de la visibilidad de la cadena de trazabilidad de la empresa.

En definitiva, la mayor parte de los costes procedentes de la implantación del RFID, provienen de las etiquetas RFID. Mientras el precio de las etiquetas siga tan elevado, la empresa Avícola Navarra no verá con buenos ojos su implantación.

8.5.- Ubicación de la etiqueta

La ubicación y orientación de una etiqueta inteligente en una caja o pallet es un aspecto crítico. La composición del producto, la geometría del embalaje, los materiales contenidos en el embalaje, la carga de pallets y la proximidad y orientación con respecto a la antena del lector son variables que tienen que ser consideradas. A modo de ejemplo, cabe destacar que en aplicaciones piloto de etiquetas inteligentes en embalajes que contienen líquidos, una variación mínima de la ubicación de la etiqueta puede afectar significativamente la lectura. En nuestro caso, no habría problemas, ya que las cajas donde se colocan las etiquetas no constituyen un entorno difícil.

Al pasar a través de la ventana de lectura, la etiqueta idealmente debería encontrarse en el mismo plano que el de la antena. La cara plana de la etiqueta debería ser paralela a la cara plana de la antena. Sin embargo, lo óptimo es que la caja sea leída desde todos sus lados.

El análisis de la caja y su ubicación deben ser tomados en cuenta para asegurar la lectura en todas las orientaciones. En aquellas aplicaciones donde la orientación de las cajas es impredecible, una etiqueta con antena bipolar proveerá mejores grados de lectura.

Las etiquetas ubicadas muy cerca de objetos metálicos, como latas de aluminio o laminas de metal, inutilizarán la acción de la antena. Es muy importante la colocación y selección del tag en productos que contienen elementos metálicos.

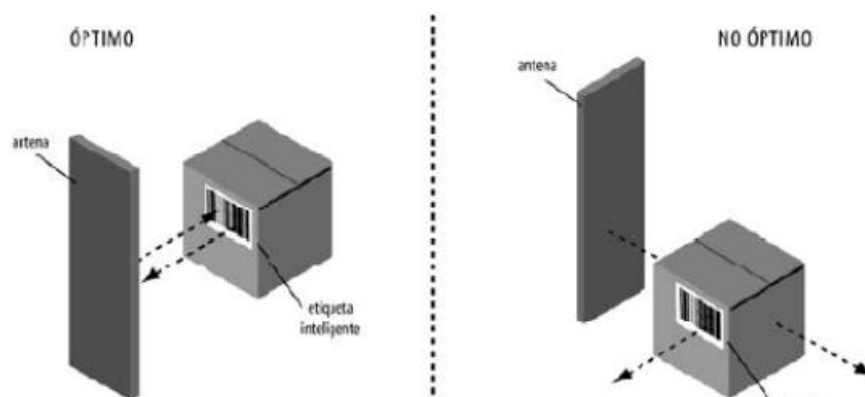


Figura 8.6. Posición relativa entre la caja y la antena del lector

Otro aspecto muy importante en la colocación de la etiquetas, es la posición relativa existente entre la antena de la etiqueta y la dirección de polarización de la antena del

lector. Lo óptimo en la lectura, sería que la antena de la etiqueta esté colocada en la misma dirección que la dirección de polarización de la antena.

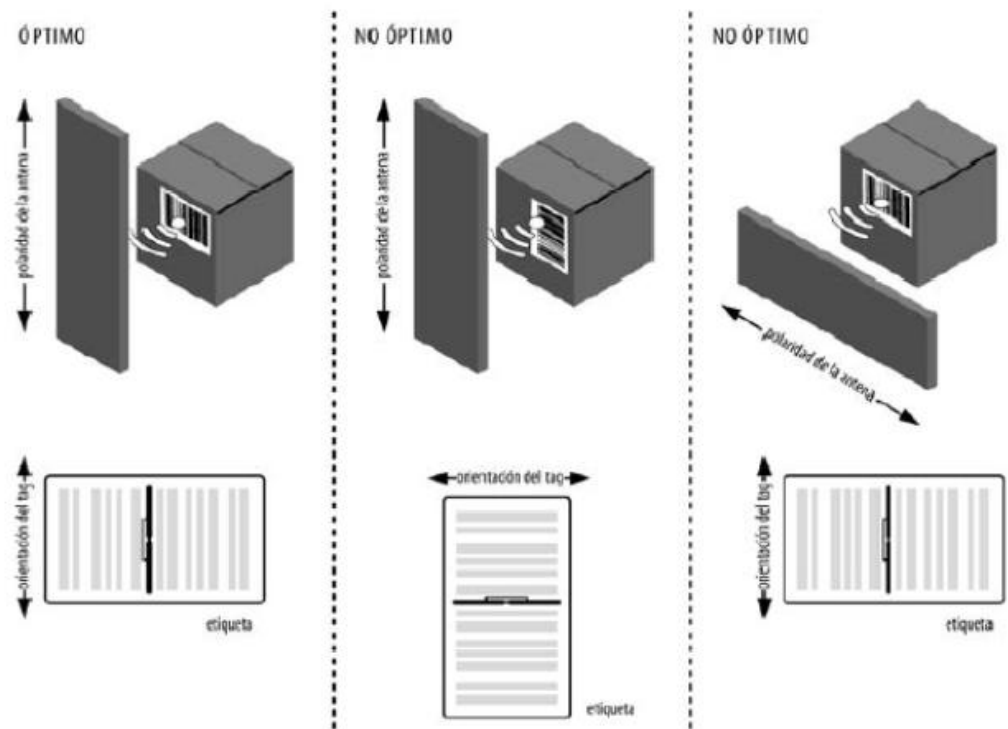


Figura 8.7. Posición relativa entre la antena de la etiqueta de la caja y la antena del lector

8.6.- Comparativa código de barras y RFID en Avícola Navarra

En este punto vamos a comparar la eficacia como método de trazabilidad del RFID y el código de barras, en función de múltiples aspectos.

Fiabilidad del sistema

Con el RFID la probabilidad de lecturas correctas ronda el 100%. La fiabilidad de que el sistema funcione correctamente es muy elevada, ya que todas las cajas que son transportadas pueden ser leídas simultáneamente por los lectores. El único problema existente para que el sistema no funcione correctamente es en el caso de fallo humano, por ejemplo al colocar una etiqueta en otra caja que no sea la suya, o al no identificar la caja con el pedido correspondiente en el albarán. No obstante, aún con todo esto, la probabilidad de que todo funcione correctamente es muy elevada.

Sin embargo, el código de barras puede tener una fiabilidad de funcionamiento menor al RFID. Debido a que cada caja debe ser leída por un operario, cabe la posibilidad de que alguna de las cajas pueda ser olvidada, o por el contrario, pueda ser leída varias veces.

Rapidez de lectura

Gracias al RFID se consigue una rapidez de lectura de todos los productos mucho mayor que con el código de barras. Con el código de barras es necesario ir marcando cada caja con una pistola lectora, como por ejemplo para tener un control de stocks en el almacén. Sin embargo, con el RFID se identifican automáticamente las unidades que entran al almacén y las que salen, consiguiendo actualizaciones inmediatas y constantes del stock que existe en la planta en cada instante.

Flexibilidad de la etiqueta

Mientras que el código de barras es únicamente una etiqueta de lectura, en la etiqueta RFID que lleva asociada cada caja, se puede grabar la información que se necesite aportar, dotando al sistema de una mayor capacidad para adaptarse a las circunstancias del negocio. Sin embargo, el código de barras al no poseer esta capacidad de grabar información, se ve obligado a tener que cambiar la etiqueta por otra diferente en el caso de que sea necesario modificar la información correspondiente a un lote.

Costes

El coste unitario de las etiquetas RFID es claramente superior al coste que supone una etiqueta de código de barras. La implantación de un equipo de RFID con todo lo que ello conlleva, lectores, impresoras, middleware es muy costosa como se ha comprobado con anterioridad. Además el mantenimiento del sistema de trazabilidad RFID es mucho más caro que el sistema de códigos de barras.

Por estas razones, las empresas se muestran reticentes a la hora de modificar su sistema de trazabilidad, ya que supone un gasto que consume unos recursos económicos muy importantes en estos tiempos de crisis.

9.- Conclusiones

En este último punto vamos a tratar de sacar las conclusiones referentes a la implantación del RFID en una industria para conseguir la trazabilidad de los productos. Como hemos ido observando a lo largo del proyecto, existen múltiples ventajas e inconvenientes relacionadas con la implantación de la tecnología RFID en la industria. A la hora del análisis, cada empresa deberá valorar los beneficios que le puede reportar la tecnología mediante la realización de un estudio.

Una vez acabado el proyecto se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La tecnología RFID es una tecnología joven que carece de un sistema regulador a nivel global, que cohesione y regule todo lo referente a la implantación de un sistema de este tipo. Existen diferentes normativas aplicables a la tecnología RFID, pero cada una de un organismo distinto: ETSI, ISO, EPC... Será necesario la creación de un único organismo global que pueda englobar toda la normativa y legislación referente a la tecnología RFID.
- El RFID proporciona a la compañía una visión global de todos los productos de su cadena de trazabilidad. Esto le puede reportar innumerables beneficios que no hacen sino mejorar la productividad de la empresa. Además supone un plus para el sistema de calidad de la empresa en estos tiempos de tanta exigencia en términos de calidad. Por ejemplo, en empresas del sector agroindustrial, como se ha visto con anterioridad, resulta de vital importancia establecer una cadena de trazabilidad de los productos, para que en caso de que hubiera algún problema, pudiera ser solventado de manera inmediata.
- Al tratarse de una tecnología joven, la implantación del sistema en una compañía resulta costoso. Concretamente el precio del tag es un inconveniente a la hora de implantar el RFID, ya que supone la mayor parte del gasto. Hasta que no se reduzca el precio del tag, la implantación de una tecnología de este tipo no resultará demasiado rentable. Probablemente, una vez vaya madurando la tecnología, los costes se irán reduciendo y muchas empresas se animarán con la implantación. Posiblemente una inversión en RFID resultará rentable cuando se implante un tag en la unidad de transporte pallet. Debido al precio del tag, cualquier otro tipo de implantación en otras unidades de transporte más pequeñas no resultará rentable.
- El éxito de que el RFID despegue en el mercado mundial depende de las grandes compañías multinacionales, en particular para sector agroindustrial depende de las grandes superficies (Carrefour, eroski...). Una vez las grandes compañías

decidan implantar en sus productos el RFID, exigirán a todos los proveedores la incorporación a sus productos del RFID, el cual aportará la información correspondiente al proceso de producción que ha seguido. En este momento, las empresas que no estén preparadas se quedarán rezagadas con respecto al resto, perdiendo las ventas a las grandes superficies y lo cual se traducirá en severas pérdidas para la empresa.

- El RFID puede resultar poco rentable en la industria agroalimentaria del huevo, debido al bajo coste de cada producto con respecto al tag. Sin embargo, si se incorpora el tag a otro tipo de producto que tenga un mayor valor podría resultar más rentable. Eliminar las desapariciones y tener un mayor control de productos más caros, supondría eliminar costes provocados por estas pérdidas de producto.
- Una gran parte de los beneficios que puede reportar el RFID, son de tipo estratégico, difíciles de cuantificar. Beneficios derivados de un mejor posicionamiento con respecto al resto de competidores, una mejor imagen de marca, una mayor imagen de calidad de producto...

A la vista de todas estas conclusiones, podemos deducir que el RFID es un sistema enormemente beneficioso para mejorar la productividad de la empresa, pero que sin embargo, su elevado coste a día de hoy y la falta de regulación a nivel mundial frenan el despegue de esta tecnología.

10-. Bibliografía

- **Alan Gidekel (2006).** *Introducción a la tecnología RFID*
- **Klaus Finkenzeller(2003).** *RFID handbook. Fundamentals and applications in contactless smart cards*
- **Edmund W.Schuster, Stuart J. Allen, David L. Brock(2007).** *Global RFID.The value of the EPC global Network in the supply chain management.*
- **Reglamento CE 178/2002**
- **Plan estratégico de la agricultura navarra del 2006**
- **Bill Glover (2006).** *RFID Essentials*
- **Steven Shepard (2005).** *RFID: Radio frequency identification*
- **Joel D.TIU (2006).** *A cost benefit analysis of RFID implementation at the naval postgraduate school's Dudley Knox Library*
- **Shayne Pidding.** *Cost-Benefir analysls of an RFID asset tracking system*
- **IDtrack. (2007).** *Estado actual de la RFID en España. RFID Empresas.*
- **ITENE. (2007).** *Trazabilidad RFID en la cadena logística*
- **Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.** *La tecnología RFID: Usos y oportunidades.*
- **Active RFID Systemes.(2006).** *Building a Case for Active RFID ROI: Cost-Benefit Analysis.*
- **Juan Pablo Camacho (2009).** *Trazabilidad en la agroindustria con tecnología RFID.*
- **NORMATIVA ISO**
 - ISO 18000-2
 - ISO 18000-3
 - ISO 18000-6
 - ISO IEC 15691
 - ISO IEC 15692
 - ISO IEC 15693
 - ISO 17367:2009
 - ISO 17363:2007
 - ISO 17364:2009
 - ISO 17365:2009
 - ISO 17366:2009

- **NORMATIVA ETSI**

ETSI EN 300 330

ETSI EN 300 320

ETSI EN 300 340

INTERNET

- www.gs1.org
- www.rfidjournal.com
- www.rfidmagazine.com
- www.navarra.es
- www.intermec.es
- www.caen.it
- www.nextag.com
- www.scansource.com
- www.buyrfid.com
- www.shopping.com
- www.zebra.com
- www.ibm.com